

2014

La influència del foc i la gestió en la regeneració dels boscos de *Quercus suber* de l'Alt Empordà



LLICENCIATURA EN CIÈNCIES AMBIENTALS

Projecte final

Autora: Montse Martínez Rascón

Tutora: Sandra Saura Mas

30/06/2014

La influència del foc i la gestió en la regeneració dels boscos de *Quercus suber* de l'Alt Empordà

Autora: Montse Martínez Rascón

Tutora: Sandra Saura Mas

Data de publicació: 30 de Juliol del 2014

En aquesta memòria es recull el treball realitzat per l'autora del projecte de fi de carrera de la Llicenciatura de Ciències Ambientals de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB), any de promoció 2013-2014.

La redacció del projecte ha estat dirigida en tot moment per la meva tutora Sandra Saura Mas amb la col·laboració del Centre de Recerca Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF).

AGRAÏMENTS

El present projecte es fruit d'un treball realitzat sota la supervisió i seguiment de la Dra. Sandra Saura Mas a la qual vull agrair-li la seva dedicació per que aquest projecte hagi estat possible.

Agrair la seva col·laboració en el treball de camp i per transmetre part dels seus coneixements. Com també pel seu temps en la revisió escrita del treball i les explicacions d'estadística aplicada.

Però sobretot, per la gran paciència i confiança que ha dipositat en mi durant tot el procediment, des de que va acceptar guiar-me en aquesta experiència fins l'entrega d'aquest projecte i l'exposició.

També agrair al Centre de Recerca Ecologia i Aplicacions Forestals (CREAF), per la seva col·laboració i per prestar-me tot el material necessari a camp, com també les seves instal·lacions.

Per suposat, agrair als meus pares, familiars i amics l'oportunitat de poder dur a terme aquest projecte, no solament pel recolzament econòmic, sinó també per recolzar-me en els moments difícils.

Especialment, vull agrair la col·laboració de la Marina Martínez, Pablo Olmo i Marc Soler per haver-me fet més amenes les hores invertides durant el treball de camp i laboratori. Com també a Jordi Soto per prestar-me el seu vehicle durant tota l'estada a l'Alt Empordà.

Aquest projecte ha estat realitzar amb paper



ÍNDEX

1. INTRODUCCIÓ	3
1.1. Context	3
1.2. Incendi de l'Alt Empordà 2012	11
1.3. Justificació	18
1.4. Objectius	19
2. MATERIALS I MÈTODES	20
2.1. Espècie d'estudi.....	20
2.1.1. <i>Quercus suber</i>	22
2.1.2. La formació del suro	23
2.1.3. Composició química i estructura del suro.....	24
2.1.4. Propietats del suro	25
2.1.5. Producció	25
2.1.6. Factors biòtics que afecten els aglans, les plàntules i plantacions joves ..	27
2.2. Disseny experimental	30
2.2.1. Característiques del <i>Quercus suber</i>	31
2.2.2. Característiques de la composició i abundància del sotabosc	33
2.3. Anàlisi Estadístic	35
3. RESULTATS	35
3.1. Creixement	35
3.2. Afectació	40
3.3. Producció	44
3.4. Diversitat del sotabosc i regeneració	48
3.4.1. Diversitat	48
3.4.2. Regeneració	50
4. DISCUSSIÓ	56
4.1. Creixement del <i>Quercus suber</i>	56
4.2. Afectació del <i>Quercus suber</i>	57
4.3. Producció d'aglans del <i>Quercus suber</i>	57
4.4. Regeneració i diversitat del sotabosc	58
5. CONCLUSIONS	60
6. PRESSUPOST	63
7. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA	65

1. INTRODUCCIÓ

1.1. Context

Els incendis forestals i la vegetació modulen el canvi climàtic de manera directa i indirecta. De manera directa, l'augment del CO₂ afecta a l'increment de la biomassa vegetal (combustible), però els efectes indirectes poden ser més importants, com l'augment de la temperatura global i la sequera. Avui en dia el canvi climàtic és un fenomen de molta importància per a la conservació ambiental a escala global i aquest fenomen rau en el constant augment de CO₂ i altres gasos causants de l'efecte hivernacle.

Es denomina canvi climàtic a la variació global del clima de la Terra. Aquests canvis es produeixen sobre tots els paràmetres climàtics com la temperatura, la precipitació, la nuvolositats, els vents, sequeres, i en diverses escales de temps. Aquests canvis poden donar-se pels propis processos naturals de la Terra com també per causes antropogèniques. Els impactes antropogènics han anat accentuant aquest canvi des de la revolució industrial fins a l'actualitat, augmentant la concentració dels gasos que provoquen aquest efecte, essent el CO₂ el més abundant. La gran problemàtica actual del canvi climàtic és l'acceleració d'aquest a partir de la nostra activitat i forma de vida en la societat actual, que provoquen que la temperatura mitjana global augmenti (Pérez, M., 2011).

Actualment, existeix un fort consens científic que recolza l'augment de les concentracions dels gasos d'efecte hivernacle (CO₂, metà, clorofluorocarbonats i òxids nitrògens) que alteraran significativament el clima global del s.XXI (Houghton, J. 1992).

Els sistemes més vulnerables seran aquells que resultin més exposats, com també els més sensibles al canvi (o menor capacitat d'adaptació a aquests). La majoria de les avaluacions de l'exposició futura i canvi climàtic es basen en diferents projeccions d'escenaris dels Models Climàtics Globals elaborats per grups de científics d'arreu del món. Aquesta problemàtica actual ha promogut la investigació d'aquest fenomen per part de molts organismes científics. La Organització Meteorològica Mundial i el Programa de les Nacions unides pel Medi Ambient van crear l'any 1988 el grup Intergovernamental d'Experts sobre el Canvi Climàtic. Des del 1990 fins l'actualitat, l'IPCC ha anat publicant els Informes d'avaluació del canvi climàtic, cada 5-6 anys, proporcionant una avaluació amplia i actualitzada de l'estat de la qüestió.

A continuació es mostra l'actualitat del fenomen del Canvi Climàtic amb dades extretes de l'Informe del 2007 publicat per l'IPCC (IPCC, 2007).

Canvis de la temperatura, nivell del mar i coberta de neu a l'hemisferi Nord

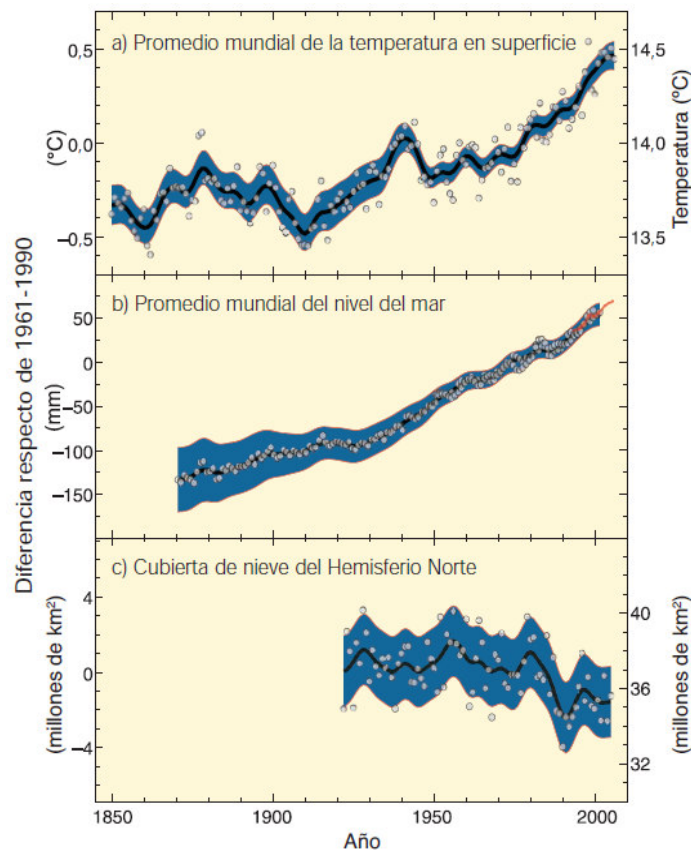


Figura 1. Canvis observats en a) el promig mundial de la temperatura en superfície; b) el promig mundial del nivell del mar segons dades mareogràfiques (blau) i satèl·lits (vermell); i c) la coberta de neu de l'hemisferi nord en el període març-abril. Totes les diferències han estat obtingudes respecte de les mitjanes corresponents al període 1961-1990. Les corbes allisades representen mitjanes decennals, mentre que els cercles denoten els calors anuals. Les àrees ombrejades representen els intervals d'incerteses estimats en base a un anàlisi complet de les incerteses conegudes (a i b) i de les sèries temporals c). Font: IPCC, 2007.

Tal com es pot observar, a la Figura 1, hi ha un augment de la temperatura de l'aire i de l'oceà, com també la disminució de la coberta de neu i gel, i l'augment del promig mundial del nivell del mar. Específicament, dels dotze últims anys (1995-2006), onze són d'entre aquest període els més càlids en els registres instrumentals de la temperatura de la superfície mundial (de del 1850). La tendència lineal a 100 anys (1906-2005), xifrada en 0,74°C es superior a la tendència corresponent de 0,6°C (IPCC, 2007).

L'IPCC 2007 també mostra que aquest augment de la temperatura es troba distribuït per tot el planeta essent més accentuat en les latituds septentrionals superiors. Les regions terrestres s'han escalfat més ràpidament que els oceans. Observacions realitzades en tots els continents i en la majoria dels oceans evidencien (a partir de conjunts de dades des del 1970) que nombrosos sistemes naturals es troben afectats per canvis del clima regional, particularment per un augment de la temperatura (IPCC, 2007).

Pels dos pròxims decennis les projeccions indiquen un escalfament d'aproximadament 0,2° per decenni per tots els escenaris representats.

Alguns dels exemples dels impactes regionals projectats que presenta l'Informe de l'IPCC a Europa són:

- Magnificació de les diferències regionals respecte als recursos naturals i generals. Major risc de crescudes inesperades a l'interior, major freqüència d'inundacions de la costa, i un augment de l'erosió per tempestes i augment del nivell del mar.
- Les àrees de muntanya experimentaran retracció de les glaceres, disminució de la coberta de neu i abundant pèrdua d'espècies.
- Al sud d'Europa, les projeccions indiquen un empitjorament de les condicions (altes temperatures i sequies) en una regió que ja és vulnerable a la variabilitat del clima, així com menor disponibilitat de l'aigua i una disminució del potencial hidroelèctric i productivitat de cultius.
- El canvi climàtic agreujarà també el risc per a la salut per efecte d'onades de calor i de la freqüència d'incendis incontrolats (IPCC, 2007).

Si s'aprofundeix en l'últim punt, del impactes regionals projectats a Europa, els **incendis incontrolats**, es pot considerar una gran problemàtica actual present a tota la regió Mediterrània. Per exemple, la major disponibilitat de carboni a l'ambient fa que aquest element faci la funció de limitant en les reaccions biològiques de les plantes, això provoca limitar altres nutrients retardants de la inflamabilitat. Un dels metabòlits secundaris del carboni, com els terpens, sovint fan augmentar la inflamabilitat al ser emesos a l'atmosfera (Pañuelas, J., 2001).

Al Mediterrani es preveu que les regions més càlides esdevinguin més seques i segurament patiran més incendis. Una altra causa que facilitaria la ignició, al tenir condicions més seques, és l'estrés hídric de la vegetació. Per tant, tal com s'ha vist a l'informe de l'IPCC vegetació, clima i incendis estan interrelacionats.

A grans trets la **severitat d'un foc** pot variar en funció de les següents variables climàtiques.

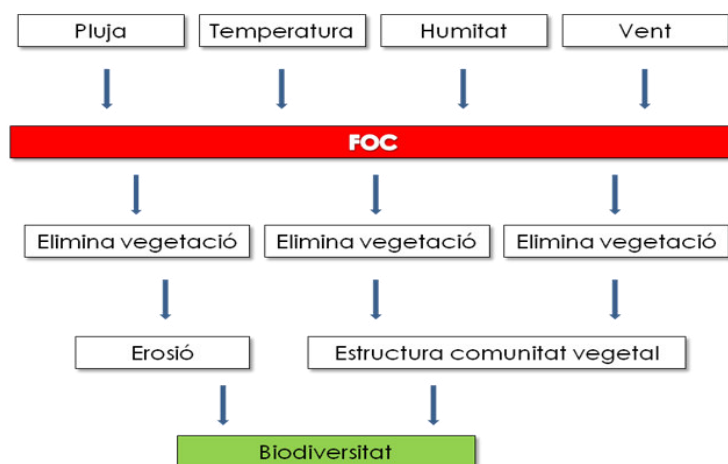


Figura 2. Paràmetres afectats pel canvi global. Font: El laboració pròpia (Pañuelas, J. 2001).

L'augment de CO₂ i la temperatura afecten el desenvolupament, i per tant la composició i la distribució de les comunitats. L'acumulació de "combustible vegetal" depèn de la producció, que varia dintre i entre els diferents tipus de vegetació, i que augmenta en haver una major disponibilitat de CO₂ a l'atmosfera.

L'abandonament de l'explotació tradicional dels boscos podria augmentar el risc d'incendis, per l'augment de la biomassa forestal, com també l'augment de la inflamabilitat causada per la presència de terpens i per l'activitat humana. La IUCN (International Union for Conservation of Nature) defineix la biodiversitat com el terme que s'empra per descriure la varietat a la Terra. Es refereix a la gran varietat d'ecosistemes, sistemes ecològics i organismes vius comprènent la diversitat dins de cada espècie, entre les espècies i els ecosistemes. Encara que la diversitat és difícil de mesurar, el nombre total d'espècies que actualment es comptabilitza a la Terra oscil·la entre 5 i 30 milions (s'estima que només de 1,7 a 2 milions d'espècies han estat identificades) (IUCN, 2010).

Els **incendis tenen un paper molt important en la biodiversitat** present als ecosistemes forestals. L'impacte provocat per un incendi forestal sobre una població d'una determinada espècie pot estar determinat per dos factors:

- 1) La capacitat de la població de restablir-se després del foc.
- 2) La capacitat de sobreviure en les noves condicions existents post-incendi.

Els incendis forestals provoquen un canvi en la composició específica de les comunitats vegetals i animals, aquests afavoreixen les espècies vegetals colonitzadores, capaces d'establir-se ràpidament després d'una pertorbació.

Les espècies que desapareixen a conseqüència del foc són aquelles que per viure necessiten unes condicions més específiques i/o que no sobreviuen a les noves condicions post-incendi. En contrapartida, aquesta situació afavoreix a les espècies colonitzadores que tenen major rang de condicions. Aquests fets fan que, posteriorment a un incendi, les comunitats vegetals i animals guanyin en espècies comunes i generalistes, i perdin en espècies rares i especialitzades (Castell, C., 2001).

Generalment la diversitat en les grans àrees post-incendi disminueix notablement. Aquest fet és degut a que els incendis forestals tendeixen a homogeneïtzar les condicions destruint ambients singulars i disminuint la diversitat dels hàbitats existents. La pèrdua de biodiversitat es fa palesa per l'estructura dels sistemes naturals existents a Catalunya, ja que presenten un elevat grau de fragmentació i aïllament, que els fa molt fràgils davant dels incendis forestals (Castell, C., 2001).

Els dos efectes immediats més importants del foc sobre les plantes són la combustió dels materials orgànics i la mortalitat immediata d'individus. El grau de combustió depèn de la temperatura assolida pel combustible, la durada d'aquesta temperatura i l'oxigenació que es produeix en aquest. El foc pot produir una mortalitat immediata important, fins i tot en espècies llenyoses rebrotadores. Aquesta mortalitat pot tenir lloc tant per la completa destrucció del banc de teixits meristemàtics durant el foc com per la manca d'humitat del sòl en les condicions post-incendi (Lloret, F., Retana, J., Espelta, J.M., 2001).

Després d'un incendi, es pot tornar a la situació inicial. Aquest procés es coneix com la resiliència, que és la capacitat d'un ecosistema per al procés de restauració de la seva estructura i funció després d'una pertorbació. La reocupació de l'espai després de l'incendi pot realitzar-se per espècies *in situ* de la zona afectada o per espècies situades en zones veïnes. Els ecosistemes poden presentar una autosuccessió (en el cas d'una reocupació *in situ*) i una migració (que és més important com més forta ha estat la pertorbació).

Segons el grau de destrucció del bosc previ a l'incendi, la recuperació *in situ* es pot donar a diferents nivells (Lloret, F., Retana, J., Espelta, JM., 2001):

1) Supervivència vegetativa acompanyada de la capacitat de rebrotada. En aquest cas els individus existents abans de l'incendi no moren. La recuperació mitjançant aquest nivell pot ser relativament ràpida. A més a més del factor supervivència, també hi ha individus que germinen després del foc. Aquesta supervivència vegetativa es pot donar a partir d'òrgans subterranis protegits pel sòl o gràcies a la protecció de l'escorça, o protecció de les bases foliars. Segons el tipus de vegetació tenen diferents estratègies de supervivència, per exemple les espècies llenyoses amb lignotúbers i nusos on s'acumulen reserves els permeten rebrotar de soca o arrel, com el bruc (*Erica arborea*). Un altre exemple pels arbres és la protecció mitjançant l'escorça que dóna lloc a una important recuperació ja que els teixits de creixements queden protegits sota d'aquesta capa i poden rebrotar després dels incendis, com per exemple el cas de l'Alzina surera o suro (*Quercus suber*). L'escorça pot ser un aïllant efectiu, el seu gruix determina la resistència de la penetració del calor del foc, aquesta protecció és molt efectiva pel càmbium i permet que es produeixin borrons, que donen lloc a brots epicòrmics a les branques i el tronc. D'aquesta manera els arbres poden sobreviure i produir noves fulles.

2) Supervivència de les llavors dels individus existents i la conservació o fins i tot estimulació de la seva capacitat de germinació. En aquest cas, els individus no són capaços de superar l'impacte de l'incendi i moren, però sí que poden deixar llavors, com per exemple ho fa el Pi blanc (*Pinus halepensis*). En el cas d'ecosistemes amb predominància d'aquest tipus d'espècies, es recupera més lentament que en el cas anterior.

En aquest projecte s'estudien principalment els boscos de *Quercus suber*, que tenen la capacitat de rebrotar després dels incendis (Lloret, F., Retana, J., Espelta, JM., 2001). Aquests individus presenten un important avantatge de creixement respecte les plantes que es reproduïxen únicament amb llavors, ja que els rebrots aviat sobrepassen en mida a les plàntules.

Quercus suber té la capacitat de rebrotar pels borrons protegits en la capçada i el tronc, o bé de borrons localitzats a la base que creixen de les arrels del sòl. L'*Erica arborea* també presenta un elevat poder regeneratiu, els rebrots apareixen de la zona de la planta mare que és més propera a la superfície del sòl, de forma que el nombre de rebrots està molt condicionat per la superfície de la soca disponible.

El sòl només rep una petita part de la calor produïda per la vegetació que es crema, de manera que els òrgans subterranis protegits poden produir nombrosos i vigorosos rebrots.

Teòricament, la mortalitat augmenta amb la intensitat de l'incendi. Com major és la intensitat del foc, també es redueix el nombre de rebrots per unitat de soca i les plantes triguen més a rebrotar, ja que els primers borrons supervivents són més profunds i triguen més a arribar a la superfície i iniciar la fotosíntesi (Lloret, F., Retana, J., Espelta, JM., 2001).

La capacitat de les plantes per a respondre a la pertorbació pot dependre de quan es produeixi. Per exemple, si les plantes es troben en període d'inactivitat (estiu o hivern), tenen més reserves emmagatzemades, que poden emprar per al creixement durant el següent període favorable. Però si es troben al principi del període actiu (primavera o tardor) ja ha iniciat la mobilització de les reserves i tenen menys disponibilitat per a la següent estació de creixement (Sabaté, S., Garcia, C., 2001).

Les condicions que troben les plantes després post-incendi limiten la resposta regenerativa, especialment durant els primers anys. La taxa de creixement dels rebrots està molt condicionada per les precipitacions existents. Un altre factor que pot afectar la resposta regenerativa és la depredació herbívora, com també els atacs dels fitòfags.

Les suredes (boscos de *Quercus suber*) són sistemes amb un elevat valor ecològic, econòmic i que tenen un important paper social. També planteja una gran problemàtica als propietaris d'aquests boscos respecte la tala o no dels seus boscos de sureda cremats.



Figura 3. Fotografia del bosc de suredes gestionat. Agullana. Novembre 2013. Font: El laboració pròpia.

Com a protecció dels imprevistos del clima mediterrani, la sureda ha desenvolupat una protecció del tronc amb cèl·lules mortes amb cavitats d'aire que li permet retenir la seva pròpia humitat a la mateixa vegada que les aïlla de les elevades temperatures i realitza la funció de protecció front els incendis forestals que periòdicament afecten el seu hàbitat natural.

Les suredes ocupen una superfície de 2,7 milions de hectàrees del Mediterrani Occidental, dispersades de formes diverses entre Portugal, Espanya, França, Itàlia, Marroc, Tunísia i Argèlia. Actualment més de 100.000 persones continuen treballant a les suredes, especialment en l'industria del suro.

A continuació es mostra la distribució, superfície i producció de *Quercus suber* al món.

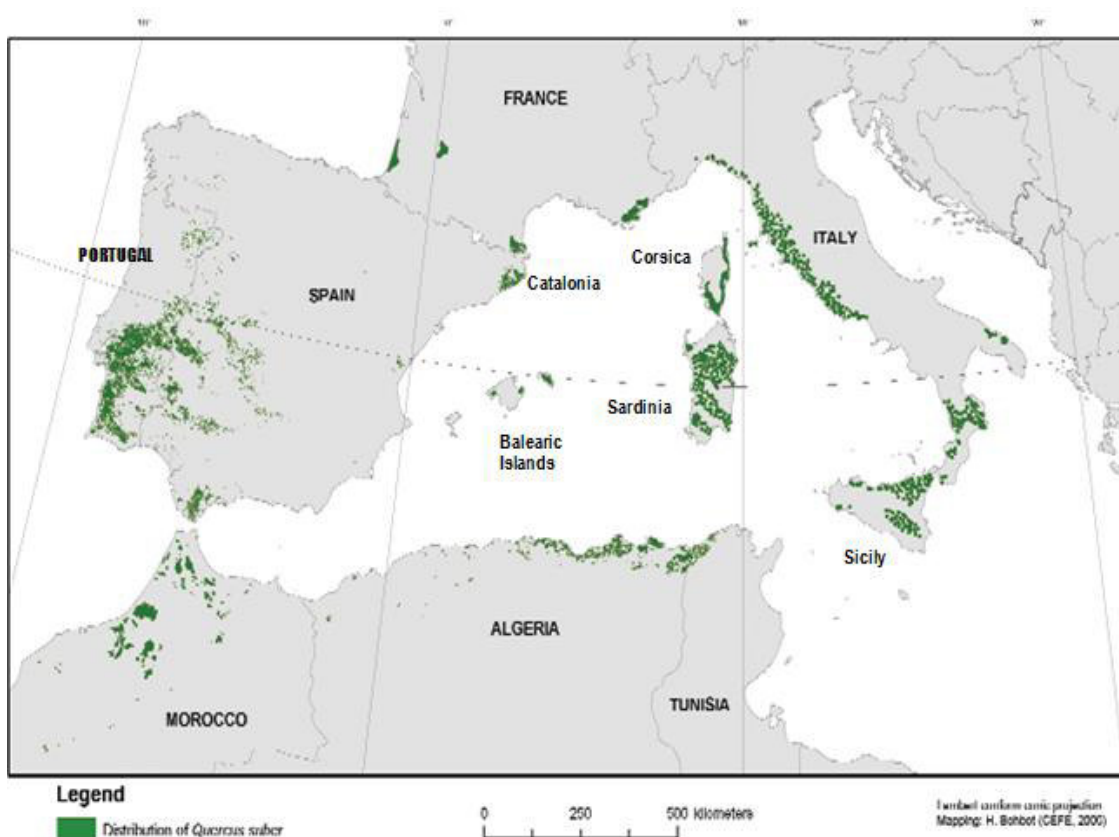
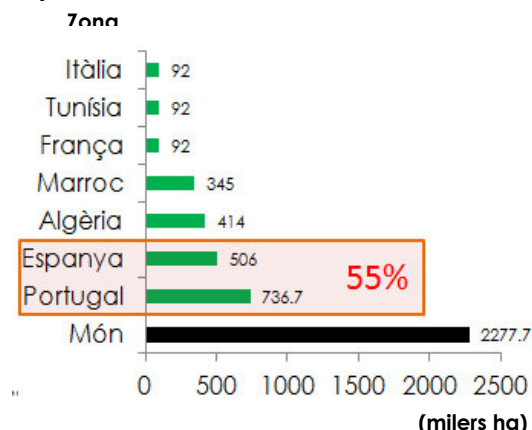


Figura 4. Distribució de les suredes al món. Font: Aronson, J., Pereiea, J.S., & Pausas, J.G. 2009.

Superfície sureda



Producció suro

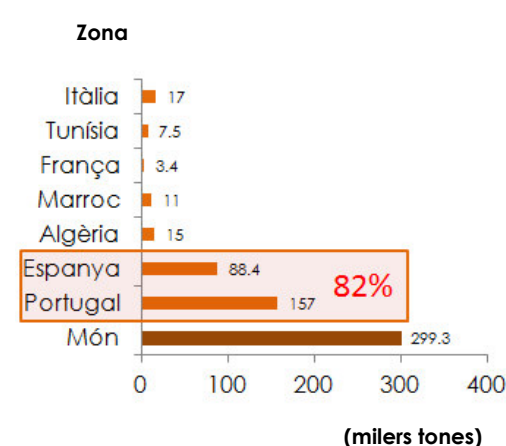


Figura 5. Superfície i producció de *Quercus suber* al món. Font: Aronson, J., Pereiea, J.S., & Pausas, J.G. 2009.

Tal com es pot observar a la Figura 11 i 12, més de la meitat de la superfície que ocupen les suredes al món es troba a la península Ibèrica (55%) i en aquesta mateixa regió és realitza la producció del 82% del suro.

Els principals beneficis directes de les suredes són l'extracció del suro i altres recursos i serveis com la fusta, mel, biomassa, bolets, plantes medicinals; com també el paper del suro com a element clau per la seva quantitat i qualitat, amb l'economia que promou i el seu valor afegit. Com a beneficis indirectes és importat el rol ambiental que mantenen aquests boscos respecte els paper de la prevenció cap a la desertificació, la regulació hídrica, la preservació de la biodiversitat i hàbitats. Un altre factor indirecte molt important, pel qual es centra el projecte present, és la capacitat de regeneració ràpida post-incendi d'aquests boscos de suredes (Aronson, J., Pereiea, J.S., & Pausas, J.G. 2009).

S'ha publicat un estudi a Portugal de la supervivència de les suredes posteriorment a un seguit d'incendis d'aquests boscos. Concretament es centra en la supervivència un any i mig després de l'incendi, els factors que depenen la supervivència de l'individu i en construir un possible model per identificar les àrees més vulnerables al foc. Es va concloure que la probabilitat de supervivència del *Quercus suber* després d'un any i mig a un incendi és del 84%. (Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., & Acácio, V. 2007).

Al 2008 es va publicar un estudi a Portugal per identificar els factors, immediatament després de l'incendi, que afecten la regeneració de la corona dels individus afectats pel foc respecte una bona recuperació futura d'aquests individus (Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V. 2009). Aquest estudi dona una petita pinzellada a les possibles preguntes dels propietaris front la gestió del bosc afectat per l'incendi. Els resultats d'aquest estudi van demostrar que el gruix del suro és la variable més important respecte la probabilitat d'una bona regeneració de la capçada.

Posteriorment, al 2011 es va publicar un estudi del tipus de resposta del *Quercus suber* després d'un incendi forestal i com afecta a l'extracció del suro a la supervivència dels individus i al rebrot dels boscos del sud d'Europa. Els resultats d'aquest estudi van demostrar que l'explotació del suro té una influència significativa sobre la resistència de l'arbre al foc, de manera que els arbres explotats van mostrar menor mortalitat. (Filipe, X. et al 2012).

1.2. Incendi de l'Alt Empordà 2012

Segons un Informe de la Generalitat de Catalunya, del Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural, **els incendis forestals del 22 de Juliol del 2012** es van iniciar a la Jonquera i a Portbou, amb una afectació final d'unes aproximadament 14.000 ha cremades (Frigola i Vidal, P., 2013).

Els estudis realitzats en aquest projecte fan referència a la zona afectada per l'incendi de la Jonquera. Aquest incendi es va originar als marges del kilòmetre 779 de la N-II, a l'aparcament del Pertús i es va estendre ràpidament pel vent de tramuntana que va circular a velocitats superiors del 90 kilòmetres per hora (Frigola i Vidal, P., 2013).

Segons les declaracions del President de la Generalitat de Catalunya, Artur Mas, el desastre va ser provocat per una imprudència (El Periódico de Cataluña, 2012). Els Agents Rurals van trobar centenars de burilles a la zona on es va originar el foc, per tant tot apunta a una negligència humana (Frigola i Vidal, P., 2013).

Ateses les condicions meteorològiques es propagar molt ràpidament en direcció nord-sud seguint el canal de vent de la zona entre el Massís de l'Albera i el de les Salines, va afectar 16 municipis i 4 espais de la xarxa Natura 2000 amb un total de 10.264 ha (Frigola i Vidal, P., 2013).

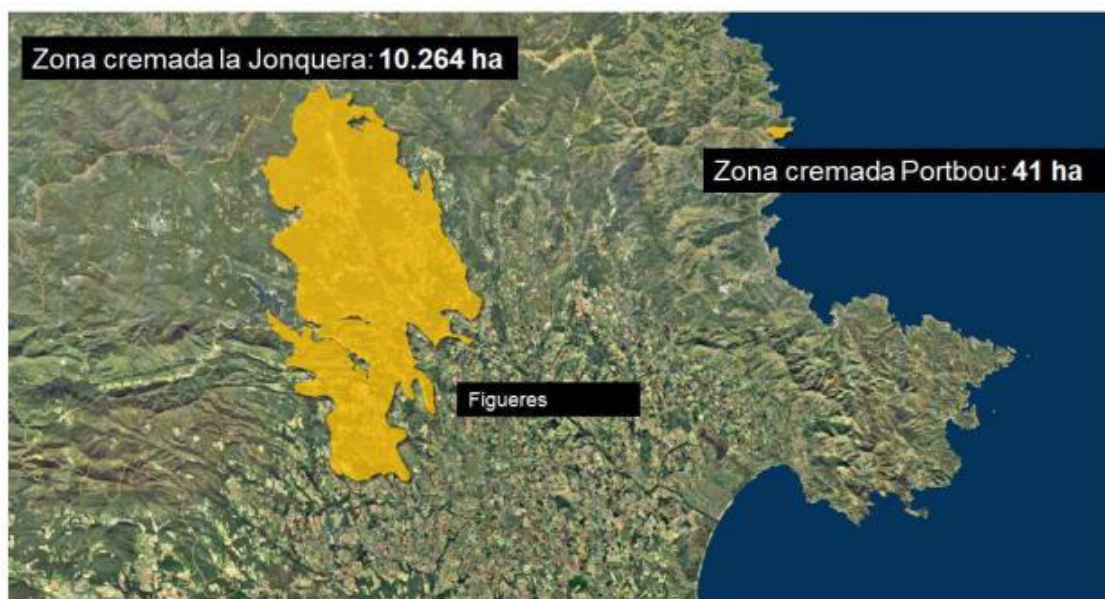


Figura 6. Ortofotomapa amb la zona inicial afectada per l'incendi forestal de l'Alt Empordà el 22 de Juliol. ESCALA 1:250.000. Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

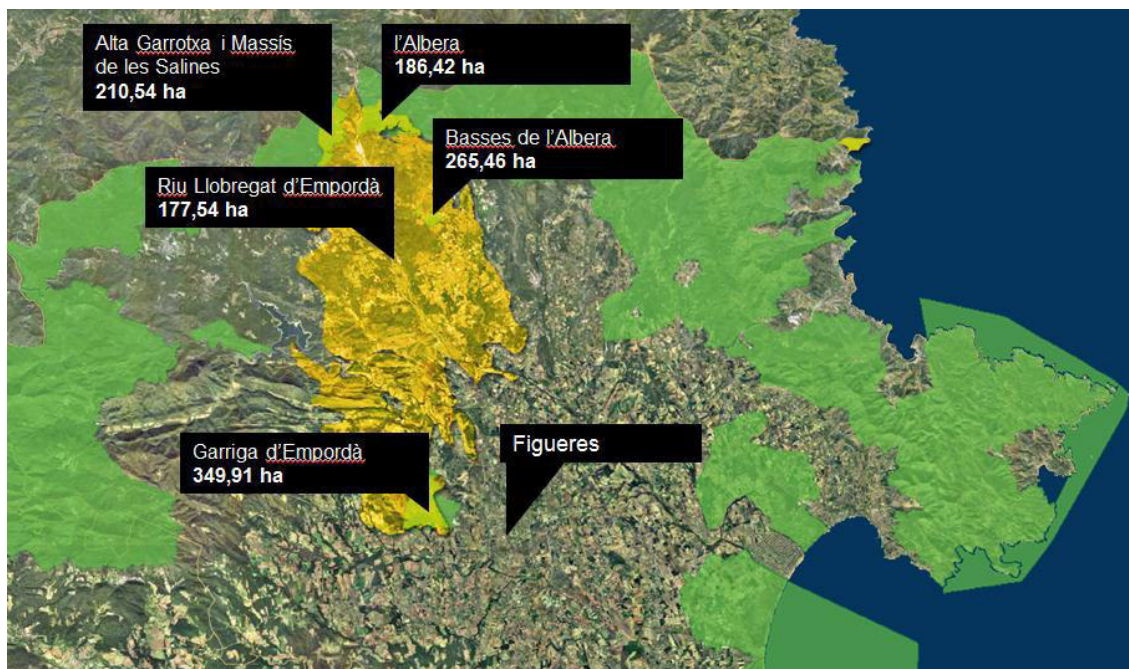


Figura 7. Ortofotomapa amb la zona inicial afectada per l'incendi forestal de l'Alt Empordà el 22 de juliol, i Espais afectats per Xarxa Natura 2000. Nom de l'espai afectat i hectàrees cremades. ESCALA 1:250.000. Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

El 27 de juliol de 2012 l'ICC va emetre el seu informe fent una estimació de la superfície cremada de 10.327 ha (Frigola i Vidal, P., 2013).

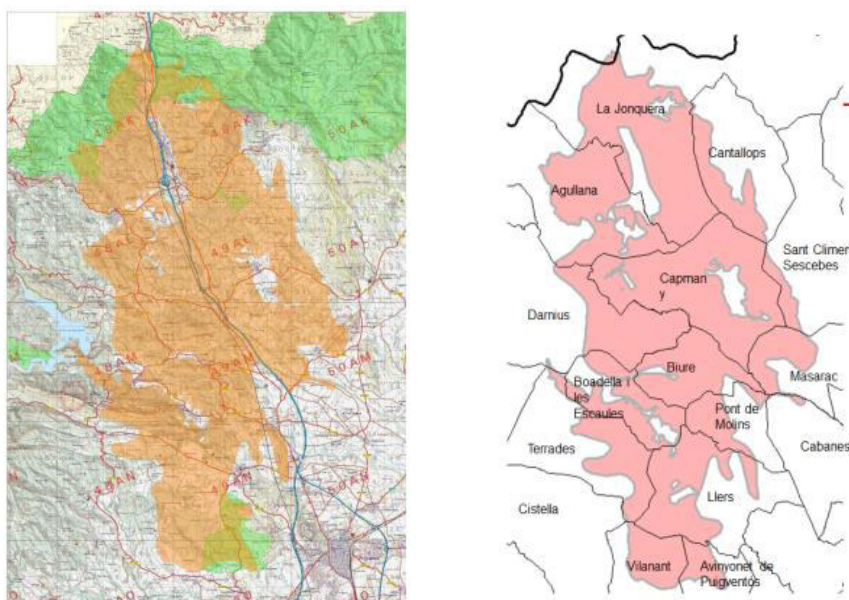


Figura 8. Mapes on s'observa l'àrea real cremada i els municipis afectats per l'incendi. ESCALA: 1:100.000 Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

Tal com s'observa a l'esquerra de la Figura 8, l'incendi forestal va afectar el perímetre de protecció prioritària (PPP) del Massís de l'Albera (G1).

Pel que fa a espais naturals protegits hi ha la reserva natural de fauna salvatge dels Estanys de la Jonquera afectada al 100% en les seves 76 ha i cinc espais inclosos a la xarxa Natura 2000. En total l'afectació a la XN2000 són 1.188,46 ha que equivalen al 11,57% del total de l'incendi (Frigola i Vidal, P., 2013).

La cota màxima de l'incendi és 780 m a la zona nord-oest, al Roc Civader al Pla de l'Arca (la Jonquera), i la cota mínima 35 m al sud-oest, al riu Llobregat d'Empordà a Vilarnadal (Frigola i Vidal, P., 2013).

A la següent taula es mostren les hectàrees i el percentatge cremat de cada municipi afectat per l'incendi.

Municipi	Total ha cremat	Total ha municipi	% cremat del municipi	% del total de l'incendi
Aguilana	970,85	2.773,00	35,01	9,46
Avinyonet de Puigventós	231,05	1.230,00	18,78	2,25
Biure	758,71	1.002,00	75,72	7,39
Boadella i les Escaules	687,49	1.078,00	63,77	6,70
Cabanes	4,61	1.502,00	0,31	0,04
Cantallops	409,80	1.962,00	20,89	3,99
Capmany	1.817,03	2.640,00	68,83	17,70
Cistella	11,08	2.555,00	0,43	0,11
Darnius	838,63	3.493,00	24,01	8,17
Figueres	0,08	1.930,00	0,00	0,00
la Jonquera	1.838,03	5.693,00	32,29	17,91
Llers	876,92	2.128,00	41,21	8,54
Masarac	363,26	1.255,00	28,95	3,54
Pont de Molins	307,37	866,00	35,49	2,99
Sant Climent Sescebes	148,84	2.437,00	6,11	1,45
Terrades	598,53	2.096,00	28,56	5,83
Vilanova	401,55	1.687,00	23,80	3,91
Total general	10.263,82	36.327,00		100,00

Figura 9. Mapes on s'observa l'àrea real cremada i els municipis afectats per l'incendi. Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

Els municipis que van tenir major afectació per l'incendi van ser la Jonquera i Capmany. Hi ha alguns municipis amb més del 50% del seu terme cremat i que per tant, han quedat molt afectats Biure, Boadella i Capmany.

El 88 % dels terrenys cremats eren forestals i el 12% no forestals. Del total de l'incendi el 62% era arbrat i el 26% no arbrat. Dels terrenys forestals cremats el 71% era arbrat i el 29% no arbrat. Tot plegat ens indica que el percentatge de superfície arbrada cremada ha estat important (Frigola i Vidal, P., 2013).

Entre la superfície forestal arbrada destaquen les suredes, tot i que també cal destacar les pinedes de pi blanc, amb les seves respectives composicions arbustives a base de garri, brucs, estepes, gatoses, argelagues, etc. La major part de la superfície de conreus és de cereal de secà, havent afectat també a conreus d'oliveres i vinyes.

A continuació es mostra un mapa topogràfic delimitant la zona d'afectació de l'incendi amb la tipologia de comunitats vegetals afectades.

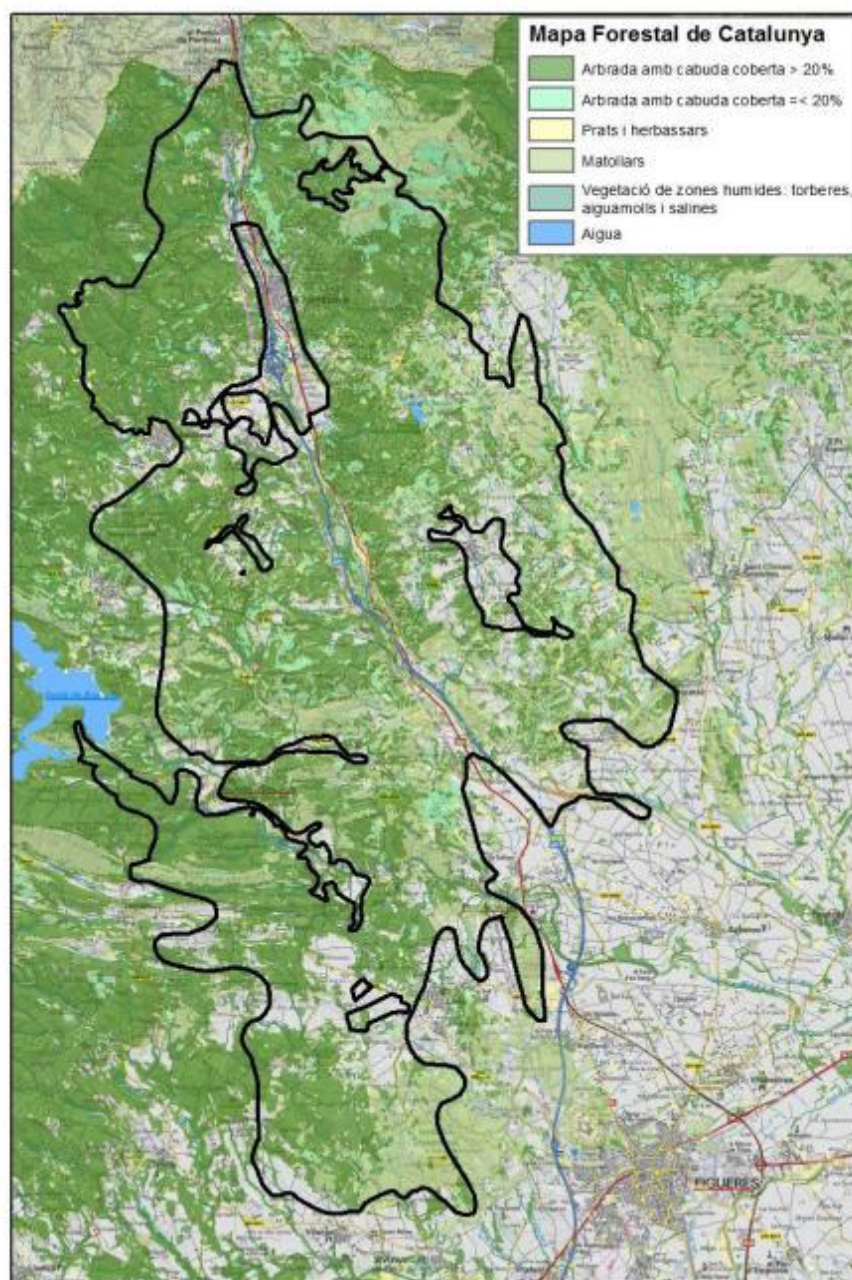


Figura 10. Topogràfic forestal de Catalunya delimitant la zona d'afectació de l'incendi i comunitats vegetals afectades. ESCALA: 1:100.000 Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

Respecte les espècies forestals afectades dins les 7.212 hectàrees es troba la següent proporció:

ZONES FORESTALS	ha	%respecte el total
Esclerofil·les		47,4
- Sureda	4496,4	
- Alzinar	351,7	
Total	4848,1	
Caducifòlies		2,2
- Boscos caducifolis de ribera	207,6	
- Altres caducifolis	17,5	
Total	225,1	
Coníferes		20,9
- Pineda de pi blanc	1635,8	
- Regeneració de pi blanc	230,1	
- Pinedes de pi pinyer	217,5	
- Altres coníferes	55,9	
Total	2139	

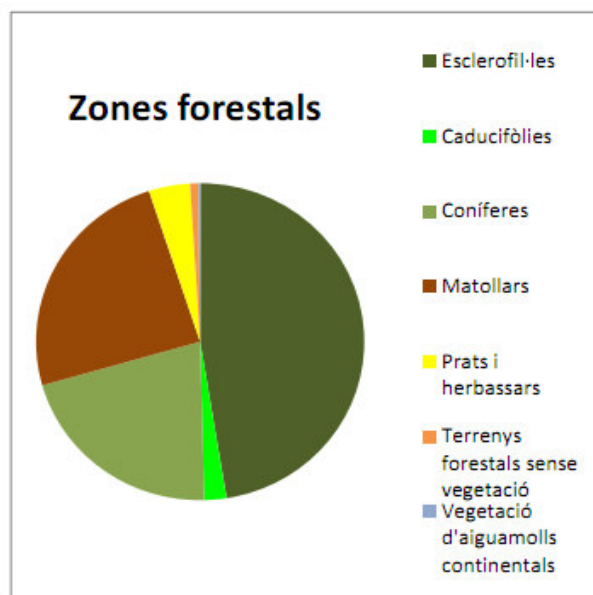


Figura 11. Tipologia de les zones forestals afectades, hectàrees afectades i percentatge. Font: CREAM, 2014.

Tal com s'observa a la Figura 20, gairebé un 50% de les zones forestals afectades són boscos d'esclerofil·les, amb un pes molt important en la coberta del sòl de suredes.

A continuació es mostra un topogràfic forestal de Catalunya delimitant la zona d'afectació de l'incendi amb la tipologia d'afectació per plantacions i boscos de suredes.

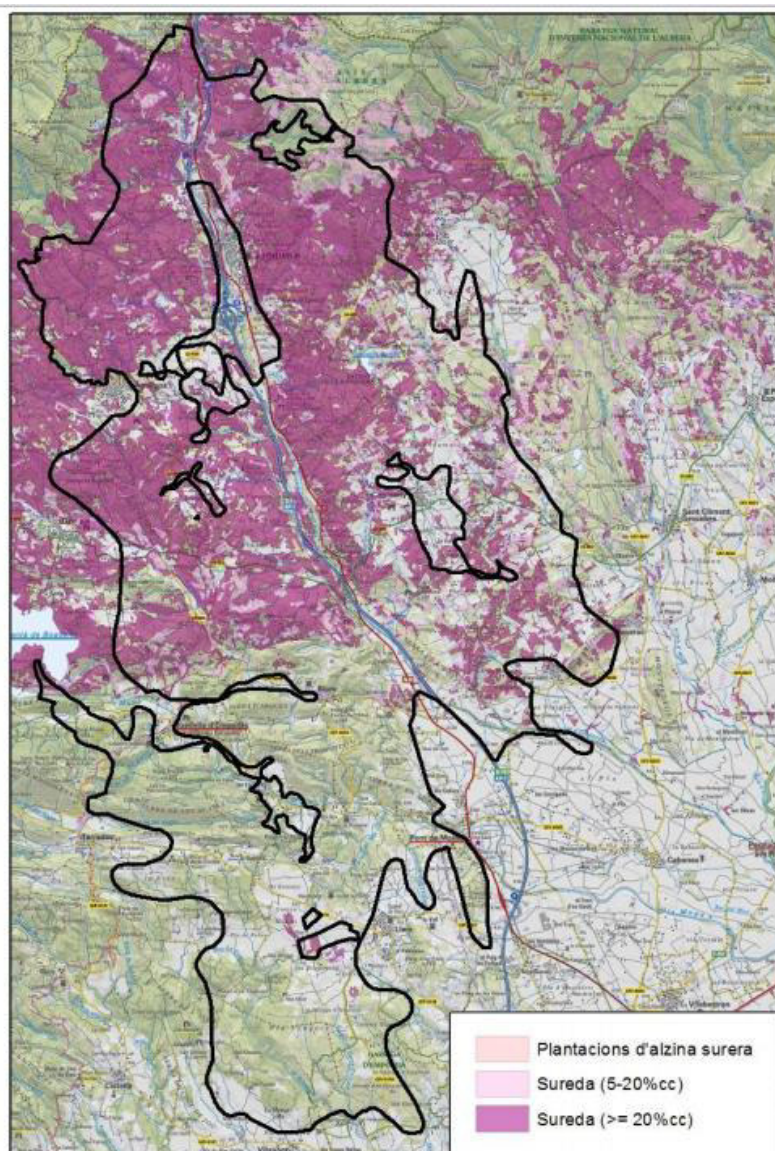


Figura 12. Topogràfic forestal de Catalunya delimitant la zona d'afectació de l'incendi i comunitats de sureda afectades en funció de la cobertura d'aquestes. (cc -) Indica el percentatge de cobertura de l'alzina surera. ESCALA: 1:100.000 Font: Frigola i Vidal, P., 2013.

El total de pèrdues estimades de suredes (producció de suro) és d'uns 83.416.491,01 euros, i uns 1.009.638,81 euros per pèrdues en producció de llenya, segons l'informe de la Generalitat de Catalunya (Frigola i Vidal, P., 2013).

Carles Gracia, professor d'ecologia de la Universitat de Barcelona (UB) i investigador del CREAM, opina que talar les boscos de sureda afectats seria contraproduent perquè molt probablement una bona part del que s'ha cremat es regenerarà de manera natural". Josep Maria Espelta, investigador del CREAM, coincideix en aquesta predicció: "El primer que hem de tenir en compte és el tipus de vegetació que s'ha cremat, i en aquest cas una gran part correspon a espècies que són rebrotadores (Espelta, J.M. 2014).

No obstant, cada propietari gestiona la seva àrea cremada en funció de les seves possibilitats econòmiques. Existeixen diverses postures respecte la presa de decisions: per un costat es trobem els propietaris que no realitzen cap tipus d'actuació dels seus boscos, la gran majoria per la falta de recursos econòmics, altres que talen tot el bosc cremat i venen la fusta, i per últim els que es plantegen repoblar la zona.

Itàlia ha comprat els arbres cremats de l'Empordà per produir electricitat, ja que en el moment que un tronc es crema i passen sis mesos de l'incendi la fusta no serveix per realitzar productes com la pasta, paper, o la pròpia fusta. La companyia *Forestal Soliva* (*Forestal Soliva*, 2014) exporta la biomassa dels boscos Catalans a Itàlia ja que allà existeix una demanda d'aquest producte per la seva producció subvencionada d'electricitat amb biomassa. Aquesta empresa al 2013 va enviar més de 400.000 tones de biomassa. L'empresa acordà amb els propietaris de la neteja dels seus boscos cremats a canvi de la fusta obtinguda. Actualment a Catalunya només existeixen quatre centrals petites de producció d'energia a partir de biomassa (*Garcia, D.*, 2014).

Arran d'aquest gran Incendi Forestal, moltes entitats han qüestionat el model de gestió silvícola actual a Catalunya. Des de l'abandonament progressiu dels conreus als anys 1960, els boscos han crescut de manera incontrolada i la situació esdevé un problema ja que hi ha molta més vegetació, aquesta és més densa i el sotabosc està molt desenvolupat. Aquest fet provoca que el foc es propagui amb molta facilitat tant horitzontalment com verticalment, i que segons les condicions meteorològiques pugui agafar unes dimensions que escapen del control dels efectius d'extinció, tal com va passar amb l'incendi d'Horta al juliol del 2009 i l'incendi a la Jonquera al juliol del 2012, on es van cremar grans extensions, el foc va ser molt intens i va haver diversos morts.

A més a més, les prediccions basades en els models del canvi climàtic esmentades en els apartats anteriors, pronostiquen un augment de la temperatura i un descens de la disponibilitat hídrica. Això vol dir que si ho ha una menor disponibilitat hídrica s'ha d'enfocar la gestió forestal a Catalunya, i als llocs més afectats, una reducció de la densitat d'arbres als boscos.

Tanmateix, a la proposta de realitzar un canvi en la gestió dels boscos, s'hauria d'afegir la definició d'un model de finançament i distribució dels ajuts per fer possible aquesta gestió, que garanteixi un ús eficient dels recursos públics invertits (*Espelta, J.M. & Ordóñez, J.L.*, 2012).

El problema de les masses de suro, no és només la recuperació post-incendi, sinó la recuperació de l'explotació de suro, ja que queda molt condicionada a allargar els torns de lleva (12-14 anys és realitza la lleva en condicions normals), com també la possibilitat de no treure benefici en un termini de 50 anys per aquelles àrees més afectades.

Des del punt de vista d'un propietari que gestiona la seva sureda i gran part de la seva producció ha estat afectada per l'incendi, reafirma que les lleves realitzades cinc o sis anys abans de l'incendi, i que aquests individus han estat cremats, no els serviran a mig-curt termini (propers 20-30 anys) per poder treure profit del suro. Només aquelles sures llevades de set a nou anys abans podrien ser productives en aquest termini.

Han estat afectats arbres de 200 i 300 anys, de característiques singulars. La majoria de propietaris netegen el sotabosc dels competidors del suro, sobretot de altres arbres i arbustos de gran envergadura. Des d'un punt de vista qualitatiu, l'Informe de l'Incendi Forestal del 22 de Juliol a l'Alt Empordà per part de la Generalitat de Catalunya, l'impacte ambiental provocat per l'incendi s'ha considerat alt, atenent a la capacitat de regeneració dels sistemes naturals afectats. En l'Informe aconsella no actuar en les àrees afectades fins al cap de 2 o 3 anys després de l'incendi, moment en el que els arbres hauran recuperat vigor i haurà aparegut el rebrot. Es recomana tallar tot l'arbrat en el que s'hagi realitzat la lleva del suro o despelegrinatge en els tres o quatre últims anys, en funció de la intensitat del foc (Frigola i Vidal, P., 2013).

En general, als boscos de suros, cada 10 o 12 anys s'extreu el sotabosc, però no eliminen peus d'alzines sureres.

1.3. Justificació

Des de l'extinció de l'Incendi, iniciat a la Jonquera a l'Alt Empordà, el 27 de Juliol del 2012 s'han dut a terme tasques d'extracció de vegetació de les vies de comunicació i pistes forestals de manera indiscriminada. Actualment hi ha una gran controvèrsia en el futur dels boscos forestals afectats per aquest incendi, sobretot en termes d'actuacions i gestions de millora de la situació.

L'actuació més generalitzada dels propietaris i l'administració és la tala dels arbres morts. Actualment és un tema que presenta gran controvèrsia entre els científics experts, els gestors i propietaris dels boscos, hi ha qui justifica la totalitat de la tala dels peus afectats i hi ha qui defensa la postura que aquests individus tenen la capacitat de rebrotar i tornar a produir suro.

Per la gran controvèrsia i l'impacte social i ambiental que actualment esta tenint gestió post-incendi de les suredes afectades, he realitzat l'estudi de com afecta la gestió del bosc i sotabosc en els boscos de suredes després del gran incendi forestal del 22 de Juliol de 2012 a l'Alt Empordà.

1.4. Objectius

Els objectius generals d'aquest estudi són:

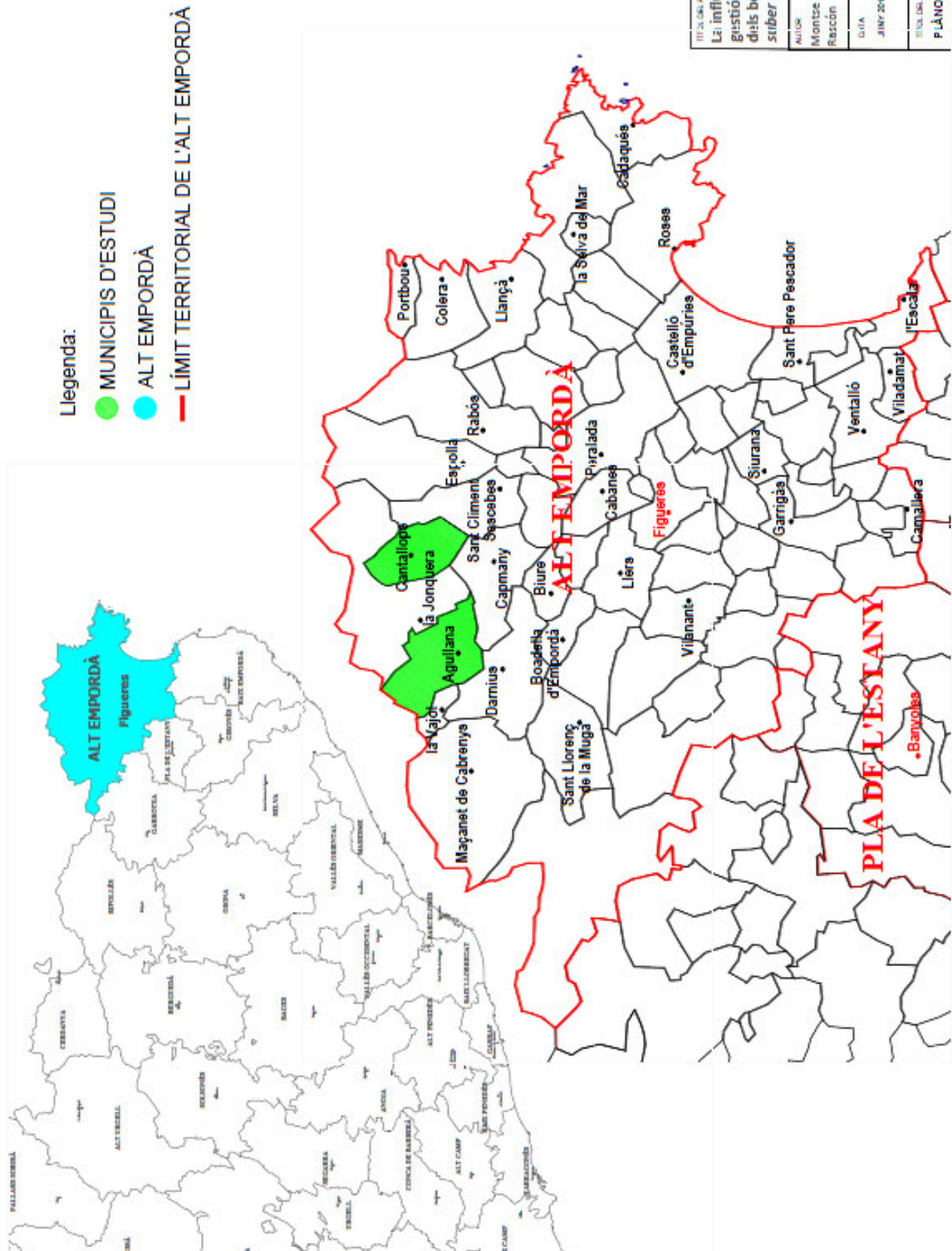
1. Determinar si el fet de gestionar la sureda abans de l'incendi determina les característiques de la comunitat post-incendi.
2. Determinar si el foc determina les característiques post-incendi de la comunitat de suredes.

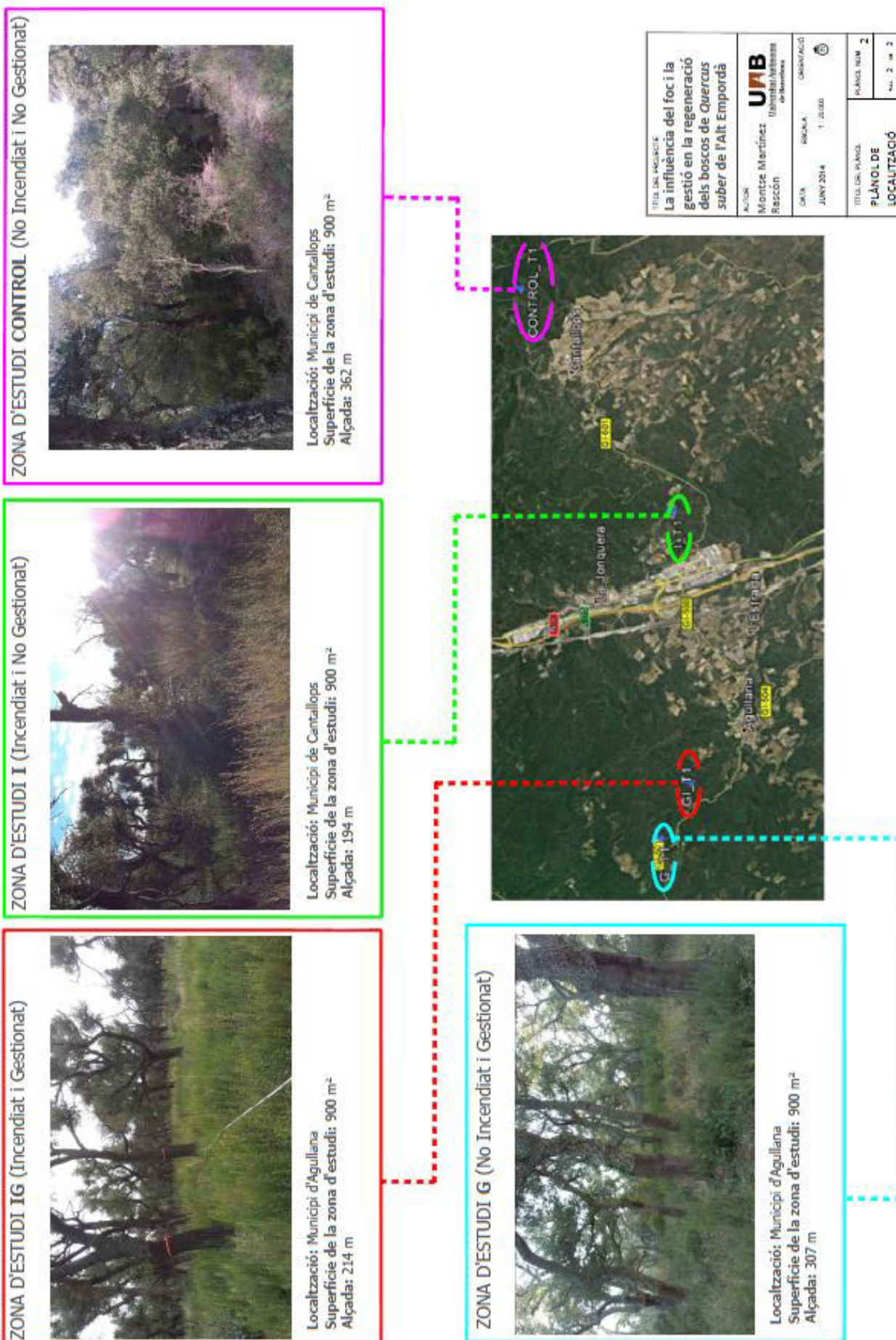
Com que els objectius presentats es basen en l'estudi de les característiques de la comunitat de suredes, concretament s'ha estudiat:

- a) La regeneració del *Quercus suber*, per rebrotada i per producció d'agllans, i la relació entre el gruix del suro i la regeneració post-incendi.
- b) La regeneració dels sotabosc i els canvis en la diversitat d'espècies d'aquest sotabosc.

2. MATERIALS I MÈTODES

2.1. Area d'estudi





2.1.1. *Quercus suber*



Es tracta d'una espècie arbòria que normalment no sobrepassa els 25m d'alçada. Està composta per un sistema radical vigorós i profund, l'eix central i una xarxa d'arrels secundàries superficials. Aquestes arrels són de les que provoquen rebrots des de l'arrel al voltant de l'arbre i a vegades a distàncies relativament llargues. El sistema d'arrels de l'alzina surera està associat amb diverses micorrizes. Els fongs entren amb simbiosi amb el sistema d'arrels augmentant el seu poder d'absorció i la solubilitat d'alguns compostos inorgànics.



La ramificació és simpòdica i condueix a la formació de troncs més o menys sinuosos, ramificats a alçades variables. Les branques, d'aspecte gruixut i resistent, no resisteixen l'excés de vent o altres agents, trencant-se amb relativa facilitat. Les fulles son perennes i endurides. Son heteromorfes, variant la seva grandària, duresa, coloració, etc. Aments masculins molt nombrosos, en grapats de 5-6 als extrems dels braquiblasts d'un any. Flors femenines aïllades o en petits grups als brots de l'any. El fruit és l'aglà, de forma i grandària variable en el mateix arbre (Montoya, J.M., 1980).



L'escorça, llissa a les branques joves, es va esquerdant profundament amb l'edat, formant-se una escorça de suro gruixuda. Produïda aquesta pel fel·logen es situa sota aquesta escorça, l'espessor de les successives capes anuals produïdes és proporcional al creixement del diàmetre. L'escorça surera pot arribar a superar els 25 cm a la base dels arbres més vells no intervinguts per l'home (Montoya, J.M., 1980).

Figura 13. Fotografies de diverses parts de *Quercus suber*, 1) Individu, 2) Fruits i fulles, 3) Tronc i eescorça surera. Font: El laboració pròpia - 2014.

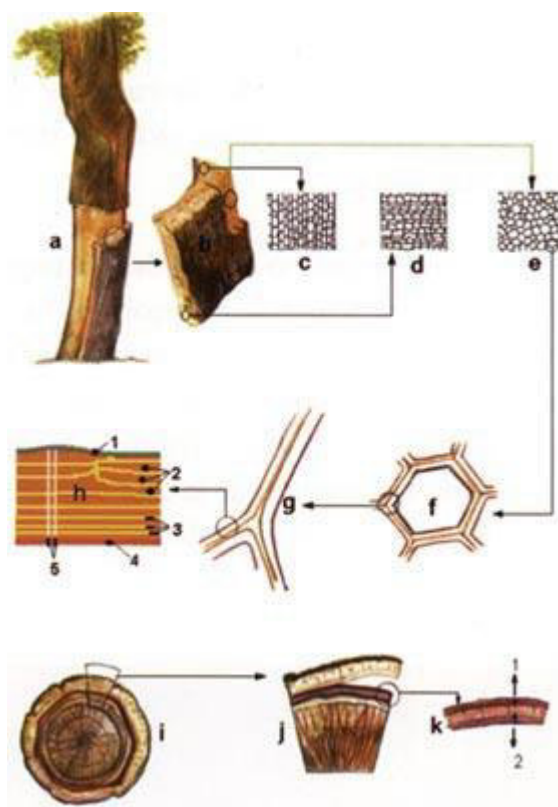


Figura 14. a) Alzina surera. b) Placa de suro. c) Tall axial. d) Tall radial. e) Tall tangencial. f) Cèl·lula de suro en tall axial. g) Paret de les cèl·lules del suro. h) compostos. 1) cel·lulosa. 2) Suberina. 3) Cerina. 4) Lignina. 5) Conductes de plasmodesmes. i) Tall transversal del tronc. j) Situació de la capa mare. k) Sentit del creixement del suro de 2 (fusta - interior) cap a 1 (suro - exterior). (Pla Casadevall, P., 1976).

2.1.2. La formació del suro

L'extracció del suro deixa visible a l'exterior la capa mare, de color groguenc, és una capa de teixits vius que produeixen suro cap a l'exterior i fusta cap a l'interior. En aquesta cap es troben, de fora cap a l'interior, el fel·loderm, el líber i el càmrium.

Amb els successives lleves, la capa mare va reduint paulatinament el seu espessor total, però la seva activitat augmenta. L'espessor de l'arbre augmenta amb l'edat de l'arbre si no es lleva aquest i màxim a la part baixa del que no ha estat llevat, sent progressivament més prim a mesura que augmenta l'alçada. Aquesta capa mare conté *tanins*, que és un compost utilitzat per a la fabricació de cuir marroquí (Montoya, J.M., 1980).

Després de la crisi vegetativa que segueix a la lleva, la capa mare reprèn la seva activitat, produint la part viva i cap a l'exterior capes successives de suro que empenyen la pars dessecada cap a l'exterior de l'arbre. El suro es compon de dins cap a fora de quatre capes principals: fel·logen, fel·loderm, líber i càmrium (Montoya, J.M., 1980).

La porositat del suro tendeix a augmentar en funció de la posició d'aquesta part del suro a l'arbre, sent més porós a les parts baixes de l'arbre (prop del sòl). També afecta la qualitat de l'estació a la porositat del suro, on més suro pot es pot produir per hectàrea i any, és on es produeix suro de pitjor qualitat (Montoya, J.M., 1980).

2.1.3. Composició química i estructura del suro

EL suro està format per cèl·lules mortes que durant el procés de suberificació perden el seu contingut cel·lular. Es crea un entramat de cèl·lules amb geometria prismàtica i encaixades entre si, on aproximadament el 90% del volum del suro és aire, de manera que s'obté una densitat de 0,1 - 0,2 Kg/l (Montoya, J.M., 1980).

Les cèl·lules estan connectades pels plasmodemes, que són estructures similars a tubs de drenatge, que comuniquen les cèl·lules donant continuïtat. Aquest fet permet distribuir les variacions de pressió, humitat i temperatura al conjunt de la massa suberosa aportant més resistència a les cèl·lules.

En el suro s'hi diferencien cinc capes diferents a la paret cel·lular, dues exteriors cel·lulòsiques, dues intermèdies suberificades i una central lignificada.

Tipus de compost	Percentatge (%)
Suberina	45
Lignina	27
Polisacàrids, cel·losa	12
Tanins	6
Ceres	5
Altres (minerals, aigua, glicerina, etc.)	5

Figura 15. Percentatge de la composició del suro. Font: Pla Casadevall, P., 1976.

2.1.4. Propietats del suro

La porositat i l'estructuració geomètrica del suro determinen les seves principals característiques i li concedeixen una sèrie de propietats particulars.

Aquestes propietats són:

- Baixa densitat
- Impermeabilitat
- Elevada capacitat d'aïllament tèrmic i acústic
- Elasticitat
- Resistència al desgast mecànic
- Resistència al desgast per agents corrosius
- Resistència al foc

2.1.5. Producció

El suro és el material natural que té un compost químic anomenat suberina que el diferencia de la resta de teixits vegetals. Forma part de l'escorça exterior dels arbres *Quercus suber*, és un teixit molt lleuger, porós i impermeable que protegeix el teixit llenyós de l'arbre. La seva composició química és 40% suberina, 23% lignina, 20% polisacàrids, 15% ceres i tanins i resta altres compostos (Rives, J. 2011).

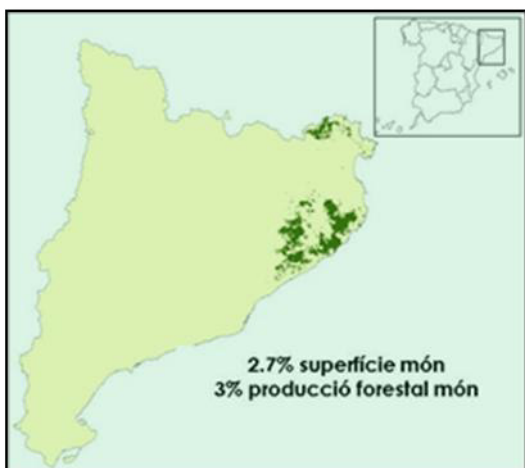
El valor afegit del suro és que està format per material natural, renovable i local, com s'ha fet referència al paràgraf anterior, el 40% de suberina present confereix una sèrie de propietats molt interessants i úniques al material com una major durabilitat, flexibilitat, compressibilitat, flotabilitat i impermeabilitat; com també lo confereix menor pes específic.

Les matèries primeres que es poden extreure del suro són les següents:



Figura 16. Matèries primeres del suro. Font: Aronson, J., Pereiea, J.S., & Pausas, J.G. 2009.

El sector surer forestal és molt heterogeni, no obstant la majoria d'aquest sector es compon per propietaris privats en finques, la majoria dels quals les han heretat. A Catalunya hi ha 116.000 ha de suredes, però d'aquestes només 63.000 ha on predomina el *Quercus suber* com a espècie dominant. Actualment només s'explota la meitat dels boscos disponibles, i el futur d'aquests cada vegada més incert tendeix cap a l'abandonament de les explotacions, agreujades pels incendis forestals dels últims anys (Burriel, J.A., Gracia, C., Ibáñez, J.J., Mata, T., & Vayreda, J. 2004).



El sector forestal de suredes a Catalunya representa un 2,7% de la superfície del món, i un 3% de la producció forestal del món. Aquestes suredes tenen una distribució a Catalunya tal com mostra la Figura 17.

A Catalunya, com a entitats relacionades amb els boscos de suredes es troba l'Institut Català del Suro (ICSuro)¹⁴ que és una organització pública de la Generalitat i l'Associació d'Empresari del sector surer (AECORK) (AECORK, 2014).

Figura 17. Distribució de les suredes a Catalunya. Font: Burriel, J.A., Gracia, C., Ibáñez, J.J., Mata, T., & Vayreda, J. 2004.

El sector surer industrial a Catalunya factura més de 230 milions d'euros, ocupa més de 1.200 persones i està composta per unes 85 empreses (Megía, 2009).

Productes obtinguts a partir del suro dels individus de *Quercus suber*



Figura 18. Productes obtinguts a partir del suro dels individus de *Quercus suber*. Font: ICSuro, 2014.

Tanmateix per promoure el suro respecte els productes plàstics els silvicultors busquen l'obtenció de la certificació FSC. El *Forest Stewardship Council* (FSC)¹⁶ és un organisme independent i sense ànim de lucre que vetlla per l'explotació racional i sostenible de la massa forestal, atenent criteris de sostenibilitat, viabilitat econòmica i obtenció de beneficis socials. Actualment l'FSC treballa en 62 països.

Generalment per a l'obtenció del suro, el silvicultor extreu l'escorça de l'arbre repetint el procés periòdicament en intervals entre els 9 i 12 anys. Cap a la tercera lleva l'arbre ja té uns 40 anys i en aquest moment el suro es apte per acabar en taps destinats al consum de l'indústria vinícola. Si tenim en compte que la mitjana de vida d'una sureda està entre els 170-200 anys, el silvicultor pot llevar cadascun dels seus arbres 15 vegades aproximadament, generant un negoci lucratiu lligat a la conservació del medi.

Es distingeixen tres tipus de suro en funció del moment en que se'n fa la lleva o l'extracció de les peles. Per una banda es troba el suro *pelegrí*, aquell que s'extreu de l'arbre per primera vegada qual l'individu es troba entre els 25 - 30 anys; per altra banda, es troba el suro *segonder* que s'extreu després de 12 anys de la primera lleva; per últim es troba el suro de *reproducció* que s'extreu cada 10 -12 anys, i correspon al suro que assoleix gruixos de més de 25 mm. La qualitat del suro serà màxima en les 6 primeres lleves de cada individu, fins que a la setena la qualitat disminuirà substancialment. Un cop arribat a aquest límit els propietaris acostumen a tallar l'arbre per extreure'n fusta.

2.1.6. Factors biòtics que afecten els aglans, les plàntules i plantacions joves

Els insectes com el *Curculio elephas* i la *Cydia* spp. (corcs i arnes respectivament - veure figura 19) afecten severament la viabilitat dels aglans de les suredes immadures. El nombre d'aglans afectats per insectes varien segons l'edat i els estadis, depenent de la producció d'aglans del propi individu en els anys anteriors. Aquests atacs normalment superen el 60 % dels aglans produïts. La depredació per part de les larves normalment no provoca danys directes a l'embrió dels aglans, i la capacitat de les llavors per a germinar es veu afectada dèbilment. No obstant, els aglans que es veuen afectats per la presència d'aquests insectes són més lleugers i tendeixen a tenir un major contingut d'aigua. En conseqüència, succeeix una major mortalitat posterior a la germinació d'aquestes, i respecte les plàntules germinades, aquestes tenen una vitalitat més reduïda (J. Aronson, 2009).

a) *Curculio elephas*

Coleòpter que en el seu estat adult té la característica peculiar d'una trompa molt llarga. Aquest insecte és important per la repercussió econòmica a la regió Mediterrània degut als danys que causa en els aglans afectats ja que afecten directament en la regeneració natural de l'espècie. La larva d'aquest, que és la que es troba a l'interior dels aglans, es caracteritza per ser blanca, petita (5 mm de llargària aprox.) (AECERIBER, 2012).



Figura 19. Adult i larva de *Curculio elephas*. Font: AECERIBER, 2012.

Els insectes adults apareixen a la primavera, a finals d'aquesta es realitza l'aparellament i la posta (que oscil·la al voltant dels 20 ous). La femella escull l'aglà i amb la llarga trompa hi realitza un forat petit i profund, i posteriorment, dóna la volta i disposa l'ou a l'interior. Al néixer, les larves comencen a depredar l'interior de l'aglà (reserva nutritiva de la planta, realitzant túnels). És probable que hi hagi més d'una larva per aglà, segons la intensitat de la plaga. El desenvolupament de la larva des de la posta té una duració al voltant de 30 dies. Quan l'aglà cau al terra, la larva realitza un forat de sortida i abandona l'aglà, enterrant-se al sòl a menys de 10 cm de profunditat. Sota el sòl passa l'hivern, realitzant posteriorment la metamorfosis a la fase de crisàlida, apareguent la nova generació d'insectes adults a la primavera (AECERIBER, 2012).

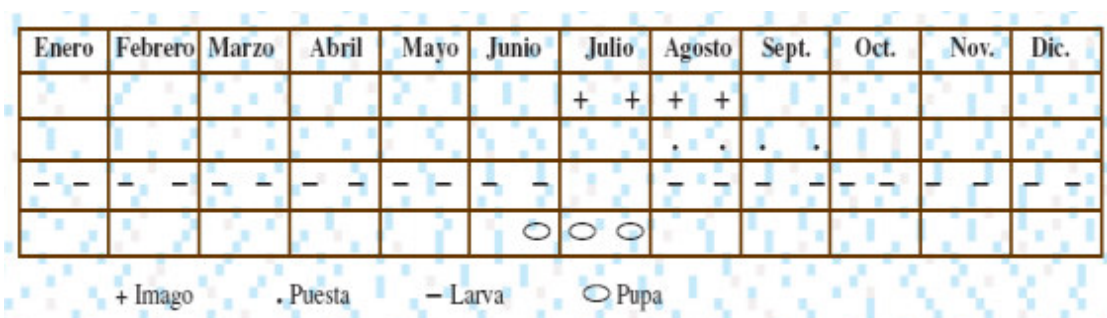


Figura 20. Diagrama del cicle de vida de *Curculio elephas*. Font: Villegas, N., B.Díaz, J., Colmenares, D., 2012.

Els efectes produïts per aquest insecte afecten germinació i producció d'agllans (per la depredació de la part nutritiva del fruit i provocar que l'agllà caigui al sòl abans de la seva maduresa – afectació de fins el 80% de la producció d'un individu de *Quercus suber*). Sobint afecten la capacitat germinativa de l'agllà ja que si l'embrió d'aquest ha estat depredat l'agllà no té capacitat de germinar. En el cas que l'agllà sigui afectat, però no l'embrió, redueix les possibilitats de supervivència de la nova planta. Aquest insecte té preferència en la depredació d'agllans d'un major tamany i joves.

b) *Cydia* spp.

L'insecte adult de *Cydia* es caracteritza per tenir tonalitats grises amb línies fines ondulades de colors clars que recorren transversalment l'ala. Aquesta palometa mesura al voltant de 12 – 15 mm entre els dos extrems de les ales obertes.



Figura 21. Adult i larva de *Cydia* spp. Font: Villegas, N., B.Díaz, J., Colmenares, D., 2012.

La primera generació d'adults arriba 35 – 40 dies després de la posta dels ous. Les següents quatre generacions (ou i larva) es desenvolupen sobre branques i fruits, aquestes es troben aproximadament 22 dies a cada estadi, i la larva hiverna protegida per un capoll (crisàlida) (Villegas, N., B.Díaz, J., Colmenares, D., 2012)..

Estado	Jul.	Ago.	Sept	Oct.	Nov.	Dic.	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May	Jun.
Emergencia adulta												
Larvas en desarrollo												

Figura 22. Diagrama del cicle de vida de *Cydia* spp. Font: Villegas, N., B.Díaz, J., Colmenares, D., 2012.

La larva un cop sur de l'ou penetra al fruit fins arribar al centre on s'estableix i s'alimenta pel seu desenvolupament. Aquesta larva passa per 5 – 6 estadis fins arribar a la seva maduració, en aquest moment abandona el fruit (Villegas, N., B.Díaz, J., Colmenares, D., 2012).

2.2. Disseny experimental

Per tal de complir amb els objectius del projecte s'ha realitzat l'estudi de quatre zones d'estudi amb diferents característiques. Les Aquestes zones van ser definides després de diverses visites a zones afectades i de l'entorn de l'incendi del 2012.

Les àrees d'estudi s'han dividit en zones incendiades i no incendiades, com també dins d'aquestes mateixes en gestionades i no gestionades.

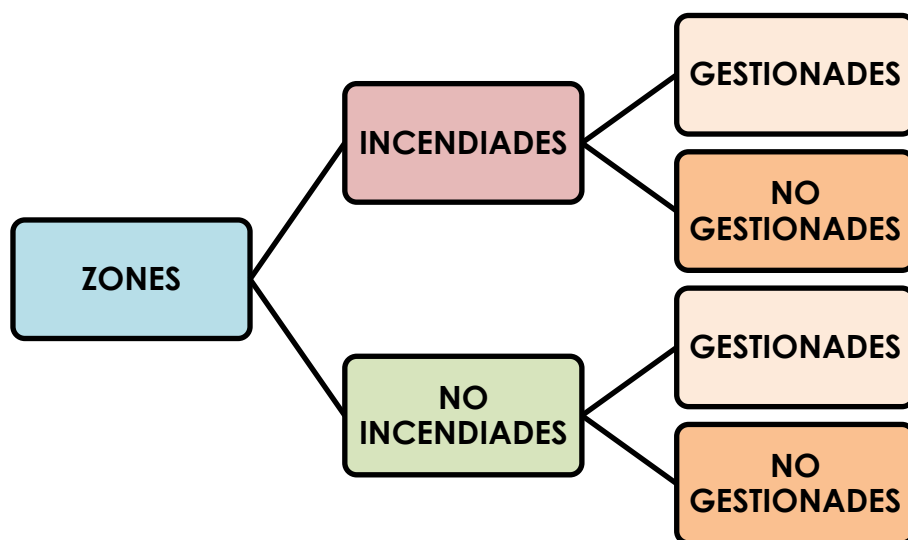


Figura 23. Tipologia d'àrees d'estudi. Font: El laboració pròpia

Les zones incendiades han estat cremades totalment per l'incendi del 2012. Les zones gestionades, són aquelles àrees on s'ha realitzat la lleva i l'extracció de vegetació, aquesta extracció implica l'eliminació dels arbustos de major envergadura, del sotabosc en les últims 2 o 3 anys (en el cas de la zona IG) i en els últims 8 o 9 anys (en el cas de la zona G). Els propietaris de la majoria de boscos de suredes, en el moment de realitzar la lleva (extracció del suro) també realitzen l'extracció de vegetació del sotabosc. Només s'extreu la vegetació del el sotabosc quan es realitza l'extracció del suro. Aquesta extracció de vegetació consisteix en la tala o extracció de peus d'arbustos que puguin ser competència de les suredes com: *Arbutus unedo*, *Quercus humilis*, *Quercus ilex*, *Spartium junceum* i *Erica arborea*. Com també una extracció de vegetació a nivell del subsòl respecte altres arbustos i herbàcies. Per tant es una tasca conjunta, normalment no s'extreu la vegetació del sotabosc si no es lleva.

Les zones no gestionades, idealment són aquelles en les que no hi ha hagut lleva, però al bosc, es difícil trobar aquests àrees, per tant s'han utilitzat àrees mai llevades (ni amb neteja de sotabosc) com també àrees on la lleva s'ha realitzat com última vegada fa 9-10 anys o més.

Així doncs, la nomenclatura i codi emprat per cada àrea és la següent:

IG	Zona incendiada i gestionada
I	Zona incendiada i no gestionada
G	Zona no incendiada i gestionada
CONTROL	Zona no incendiada i no gestionada

Figura 24. Nomenclatura de les àrees d'estudi. Font: Elaboració pròpia

2.2.1. Característiques del *Quercus suber* (espècie dominant)

Per a cada zona s'han mesurat 25 individus de *Quercus suber* i 3 transsectes de sotabosc. En total s'han mostrejat 100 individus de *Quercus suber*, i 12 transsectes de sotabosc.

S'ha considerat que la rèplica de l'estudi és cada individu de *Quercus suber*.

- 1) Per a cada rèplica s'han mesurat les següent variables:
 - a) Alçada de l'individu (m)
 - b) DBH – Diameter at Breast Height (cm)
 - c) Número de rebrots a la base de cada individu (unitats)
 - d) Alçada dels rebrots (m)
 - e) Percentatge de regeneració de la capçada (%)
 - f) Grau de regeneració
 - g) Densitat (peus des *Q.suber*/m²)

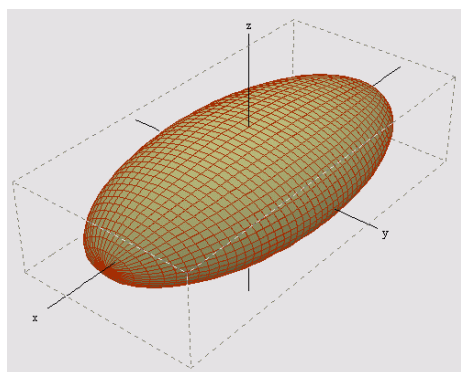
Les **alçades** dels individus de *Quercus suber* s'han obtingut mitjançant un hipsòmetre d'ultrasons ¹. El **perímetre** de l'individu s'ha mesurat a 1,30 metres del sòl (a l'altura del pit aproximadament). El **alçada dels rebrots** és el resultat de la mitjana de l'alçada de 5 rebrots per cada individu. El **percentatge de regeneració de la capçada** s'obté d'una estimació qualitativa de l'observador/a al camp, comparant les capçades de la zona control amb la resta de zones d'estudi. Aquest pren valors entre 0 i 100, on 100 és la cobertura màxima per fulles de la capçada segons metodologia de l'inventari forestal Europeu . El **grau de regeneració** canvia segons el lloc de rebrot de l'individu, aquest pot presentar rebrots a la base, al tronc, a la capçada o sense rebrots que s'anomena mort total. Per últim, la densitat s'ha obtingut de comptabilitzar el número d'individus de *Quercus suber* per àrees de 300 m² (50m*6m), per cada transsecte i zona d'estudi.

¹ L'hipsòmetre d'ultrasons és un aparell electrònic que mesura les distàncies o alçades d'objectes mitjançant els ultrasons. Aquestes mesures es realitzen mitjançant càlculs trigonomètrics que fa el mateix equip. Aquest aparell consta de dos instruments, el primer s'anomena Vertex, que és el que realitza els càlculs de distància i emet els ultrasons, i el segon, és el T3 que es col·loca al tronc de l'individu a 1,30 m del sòl i té la funció de receptor i rebot dels ultrasons. Font: Vertex IV y Transponder T3 Guía de Usuario Septiembre 2007. HAGLÖF SWEDEN AB.

- 2) A més a més, per a cada rèplica s'han recol·lectat de 0 a 20 aglans. En total s'han analitzat uns 2000 aglans aproximadament. Aquests han estat analitzades posteriorment al laboratori i per a cada aglà s'han mesurat les següents variables:

- h) Volum dels aglans (cm³)
- i) Diàmetre màxim (mm)
- j) Longitud màxima (mm)
- k) Número de forats (unitats)
- l) Espècie de depredació (*Curculio elephas* i *Cydia spp.*)
- m) Percentatge de depredació (%)
- n) Depredació per espècie

El pes de l'aglà s'ha obtingut considerant la part interna de l'aglà, és a dir, sense closca ni capa externa, (i sense larves, ous, o altres); aquest aglà ha estat pesat al laboratori amb una balança de precisió. A partir del pes, el diàmetre i la longitud de l'aglà s'ha calculat el volum de l'aglà amb la fórmula de l'elipsoide perfecte de la següent forma:



$$Volum\ elipsoide = \left(\frac{4 \cdot \pi}{3}\right) \cdot x \cdot y \cdot z \quad (mm^3)$$

*Suposant que y=z

Figura 25. Pla de l'elipsoide. Font: El·laboració pròpia

El diàmetre màxim i la longitud màxima s'han obtingut utilitzant un peu de rei digital, s'anomenen màximes perquè es mesura la part més ampla i la més llarga de l'aglà. El número de forats és comptabilitzat per les obertures que han realitzat les larves al sortir de l'aglà. Les espècies de depredació interna presents en els aglans són dues: *Curculio elephas* i *Cydia spp.*, i es diferencien pels trets característics que tenen els adults d'introduir la larva a l'aglà i la posició i forma dels forats de sortida d'aquestes. L'espècie *Curculio elephas* es caracteritza per realitzar forats de sortida perfectament circulars a la zona intermitja de la longitud de l'aglà, mentre que l'espècie *Cydia spp.*, es caracteritza per que la larva deixa un rastre des de la part contrària de l'embrió fins on s'introdueix a l'aglà, de manera que deforma lleugerament l'aglà i, a més a més, els forats són molt més uniformes.

El percentatge de depredació s'ha obtingut a partir de valors dels aglans que presenten signes evidents de depredació al seu interior (larves, ous, túnels, etc), amb l'excepció de la zona **CONTROL** (on les aglans eren massa petites per poder ser obertes) que s'ha considerat el número de depredats com la presència de forats a l'aglà.

- 3) També, s'han extret 2 mostres de suro, de 8 cm² aproximadament. Per a cada rèplica s'ha extret una mostra a 1,30 m (altura del pit) i una altre a 30 cm de la base. En total s'han analitzat 200 mostres de suro. Posteriorment aquestes s'han analitzat al laboratori i per a cada mostra s'han mesurat les següents variables:

- o) Gruix del suro (mm)
- p) Gruix del suro cremat (mm)

El gruix del suro (part del gruix cremat més part sense cremar) s'ha calculat amb el promig de 3 mesures a l'atzar per a cada mostra més el gruix màxim i el gruix mínim. Per tant s'ha fet el promig de 5 mesures i també s'ha fet el promig dels resultats entre el suro extret de la part superior de l'individu (1,30m) i de l'inferior (20 cm del sòl).

Per a poder determinar els diversos objectius presentats en aquest projecte, s'han mostrejat les variables anteriors, de manera que:

OBJECTIUS	VARIABLES															
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m	n	o	p
Determinar el creixement	x	x	x	x	x	x	x									
Afectació de <i>Quercus suber</i> post-incendi								x	x	x	x	x	x	x		
Producció d'aglans															x	x

Figura 26. Variables mesurades per realitzar els objectius .Font: El laboratori pròpia

2.2.2. Característiques de la composició i abundància del sotabosc (comunitat vegetal)

Per a l'anàlisi de la composició i abundància del sotabosc s'han realitzat 3 transectes de 50m. S'han mostrejat les espècies de sotabosc per a cada 0,5 m obtenint 100 punt de mostreig per transecte. Per tant, s'han mostrejat un total de 1200 punts. Per a cada punt s'han mesurat les següent variables:

- a) Identificació de les espècies
- b) Alçada de cada espècie (cm)
- c) Diàmetre de la branca cremada (mm)

L'alçada de les espècies s'ha mesurat amb un metro de fusta. El diàmetre de la branca més prima s'ha mesurat amb un peu de rei digital i s'ha realitzat la mitjana de 5 mesures de les branques més primes per individu. Els individus que presenten la mesura del perímetre de la branca cremada són espècies arbustives com l'*Erica arborea* i el *Quercus coccifera* i *Rhamnus alaternus*. S'han realitzat les mesures d'aquestes espècies ja que eren les úniques espècies llenyoses que romanen (amb restes de les branques cremades) a les zones afectades per l'incendi

Per a poder determinar els diversos objectius presentats en aquest projecte, s'han mostrejat les variables anteriors, de manera que:

OBJECTIUS	VARIABLES		
	a	b	c
Determinar la regeneració del sistema (creixement de la comunitat arbustiva)	x	x	x
Determinar la diversitat i la composició	x	x	x

Figura 27. Variables mesurades per realitzar els objectius . Font: El laboració pròpia

Per assolir aquests objectius s'han realitzat un seguit de càlculs amb les dades obtingudes del treball de camp. Els càlculs realitzats i les fórmules emprades es mostren a continuació:

Riquesa d'espècies (S)	Nombre d'espècies diferents per a cada transsecte i/o zona d'estudi
Índex de Shannon (H)	$H = -\sum p_i \cdot \log_2 p_i$ <p>P_i = nombre d'individus de l'espècie X/ nombre d'individus total (suma dels individus de totes les espècies).</p> <p>*A valors de H més alts, major diversitat, i també, dona menys pes a les espècies més rares, poc abundants.</p>
Equitativitat (E)	$E = H/H_{\max}$ $H_{\max} = \log_2 S$ <p>*$0 < E < 1$. Els valors d'E varien entre 0 quan només hi ha una espècie i 1 quan totes les espècies són equifreqüents ($H = H_{\max}$).</p>

Figura 28. Especificació de les mesures de diversitat. Font: El laboració pròpia

2.3. Anàlisi Estadístic

Els anàlisis estadístics s'han realitzat a partir de taules de dades obtingudes del treball de camp i emmagatzemades en fulls de càlcul del programa Microsoft Excel. Després les dades s'han analitzat i graficat amb el programa informàtic SPSS estadístics – versió 21.

A les variables contínues, se'ls ha realitzat un anàlisi d'ANOVA d'1 factor, per a comparar si hi ha diferències significatives entre tres o més grups d'una variable dependent. En aquest cas el factor és la tipologia de la zona d'estudi (IG, I, G i CONTROL), i la variable dependent va variant en funció del que es vol comparar (per exemple l'alçada). En aquest tipus d'anàlisi, si la significació estadística del factor (zona d'estudi) és inferior a 0,05 indica que hi ha diferències entre grups respecte la variable analitzada. En el cas que la significació sigui inferior a 0,05, s'ha realitzat una prova *Post hoc* de Bonferroni. En aquesta prova es comparen tots els grups d'estudi entre ells, i si la significació és menor de 0,05 vol dir que hi ha diferències entre aquests dos grups (zones d'estudi). Les diferències entre aquests grups (positives o negatives respecte la comparació de dues de les zones d'estudi) es mostren segons la diferència entre les mitjanes del grups. En tot moment en els anàlisis del *Quercus suber* s'ha considerat com a covariable el DBH de l'individu.

En el cas de les variables que no compleixen els supòsits d'una distribució normal (promig, percentatges) s'ha realitzat estadística no paramètrica amb una prova de Kruskal-Wallis per a mostres independents.

3. RESULTATS

S'ha observat que la variable DBH de l'arbre està relacionada amb la gran majoria de variables analitzades, sobretot respecte l'estudi del *Quercus suber*, en aquests resultats. Per tant els resultats estan efectuats tenint en compte la covariable DBH.

3.1. Creixement

En aquest apartat s'han analitzat totes les variables que aporten informació sobre el creixement i regeneració dels individus de *Quercus suber* en les quatre zones d'estudi i s'han obtingut el següents resultats.

El DBH s'ha considerat covariable en tot l'anàlisi 3.1, 3.2 i 3.3.

Alçada de l'individu

L'alçada de l'individu de *Quercus suber* varia en funció de la gestió de la zona d'estudi. Tal com es pot observar a la figura inferior, l'alçada es significativament diferent ($F = 9,7$; $p\text{-valor} < 0,001$), considerant com a covariable significativa el DBH de l'arbre ($F = 95,39$; $p\text{-valor} < 0,001$), entre les zones **G** i **IG** (gestionades) i les zones **CONTROL** i **I** (no gestionades), aquesta és superior a les zones gestionades. Tanmateix l'alçada màxima promig dels individus de les zones gestionades es troben al voltant dels 10 metres i les de les zones no gestionades al voltant dels 4,5 metres.

*Els resultats del DBH són semblants als de l'alçada.

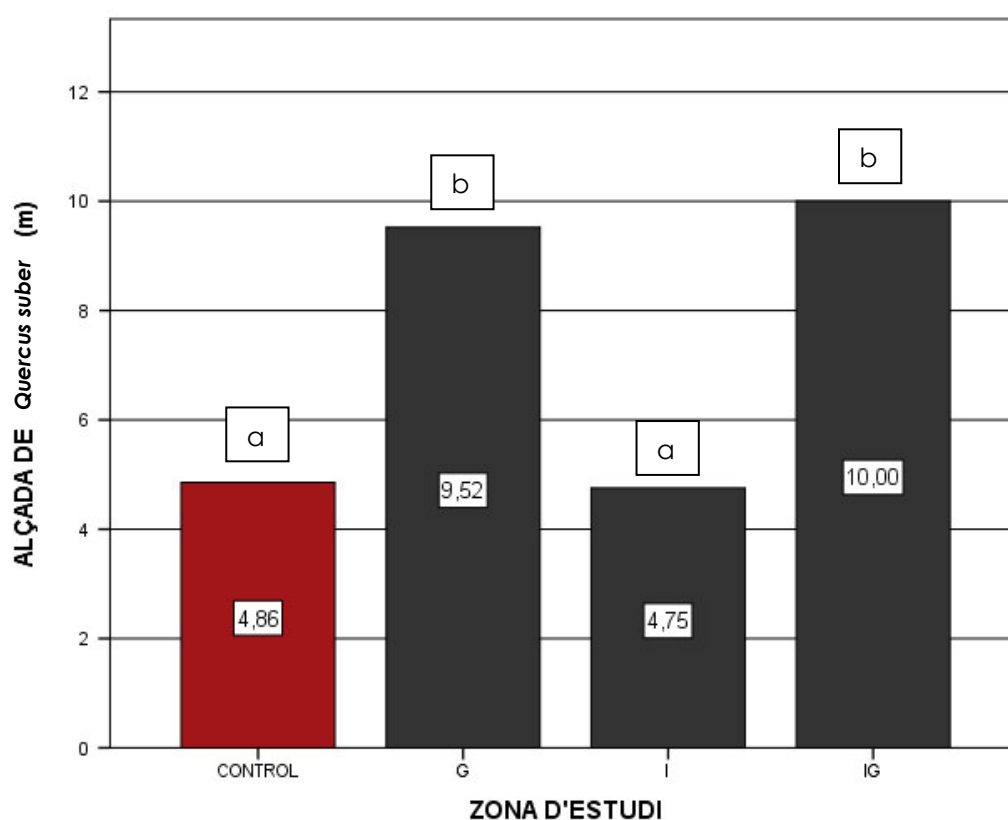


Figura 29. Valors promig de l'alçada de l'individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (m). Els valors de l'interior dels requadres són el promig de l'alçada. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia.

Número de rebrots

El número de rebrot per individu és significativament diferent ($F = 19,8$; $p\text{-valor} < 0,001$), considerant com a covariable no significativa el DBH de l'arbre, a les zones **CONTROL** i **IG** respecte les zones **G** i **I**. A la figura inferior es pot observar que a les zones del primer conjunt (a) el promig del nombre de rebrots es troba al voltant de 2. Com també que al segon conjunt (b) el nombre de rebrots és superior i aquest es troba al voltant de 6.

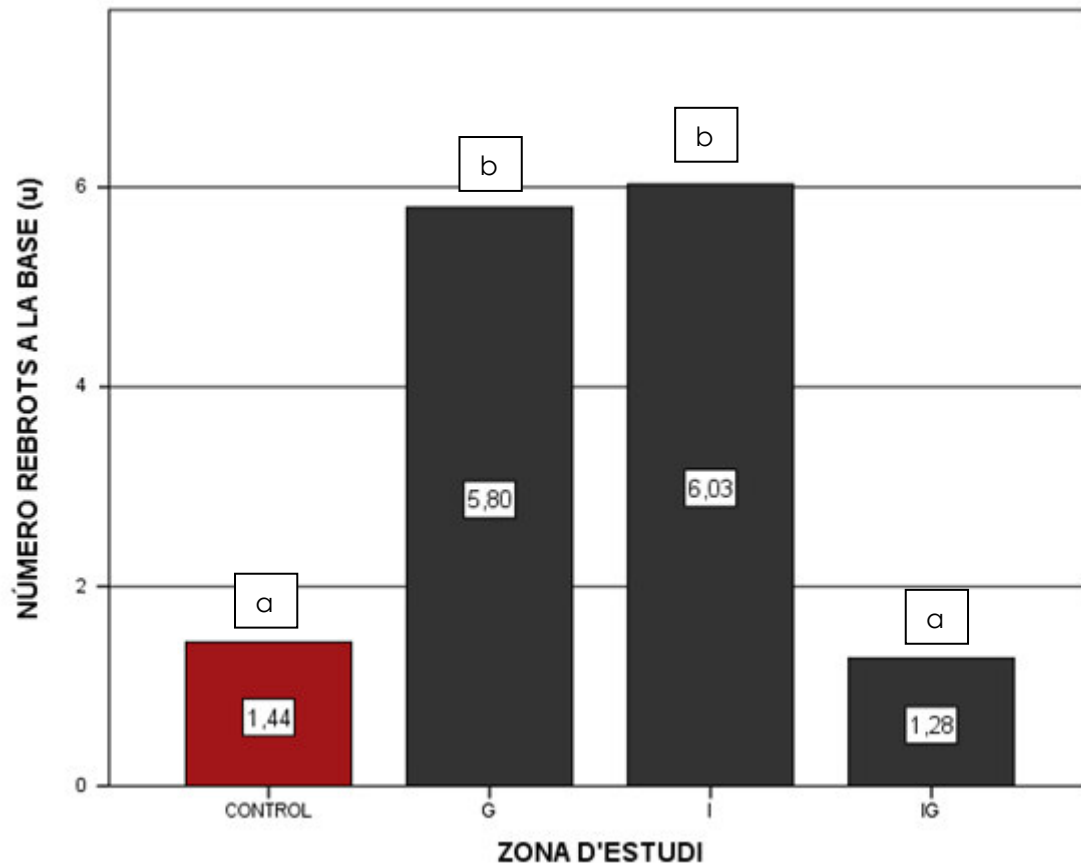


Figura 30. Valors promig del número de rebrots per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (u).

Els valors de l'interior dels requadres són el promig del número de rebrots. La notació en forma de lletres eflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.

Font: El laboració pròpia

Alçada dels rebrots

L'alçada dels rebrots és significativament diferent ($F = 15,46$; $p\text{-valor} < 0,001$), considerant com a covariable no significativa el DBH de l'arbre, entre la zona I i la resta de zones d'estudi. Es pot observar que els rebrots prenen una alçada molt superior, superant el metre, respecte l'alçada a la resta del conjunt (b) on el promig de cada zona no supera els 60 cm.

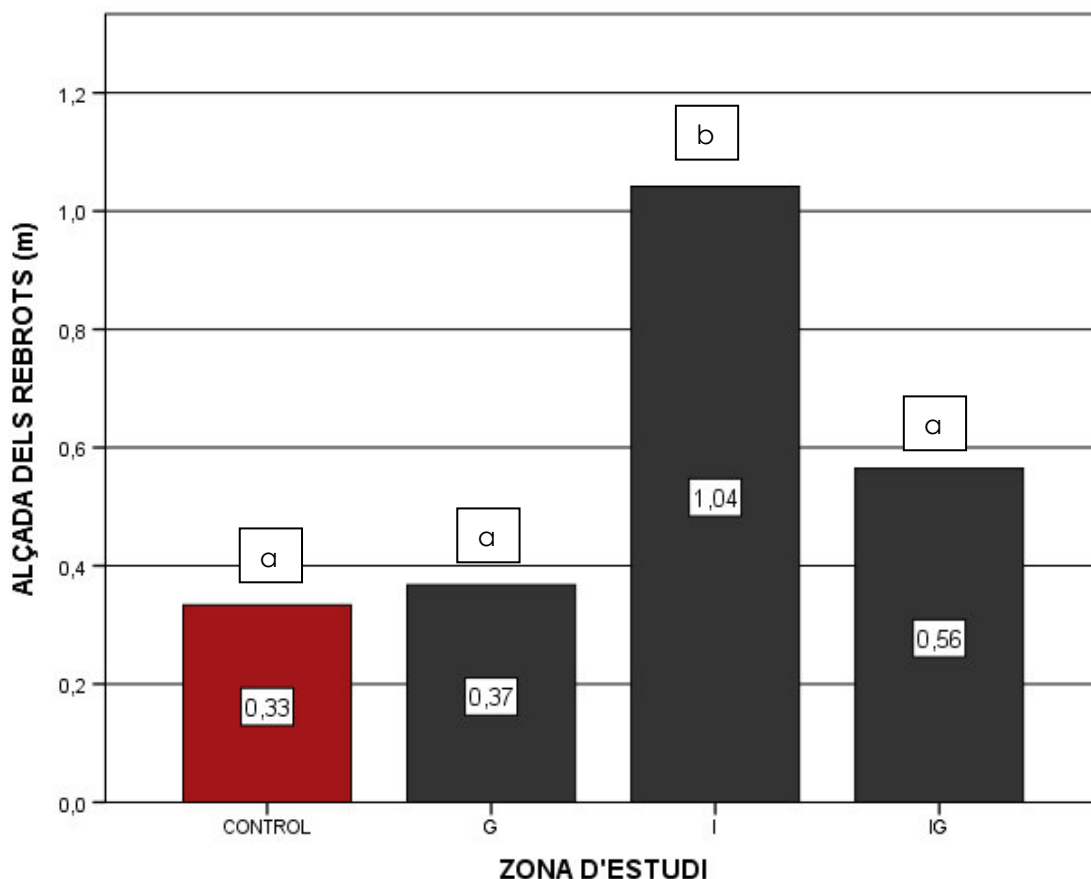


Figura 31. Valors promig de l'alçada dels rebrots per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (m). Els valors de l'interior dels requadres són el promig de l'alçada dels rebrots. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.

Font: El laboració pròpia

Percentatge de regeneració de capçada

El percentatge de regeneració és de 100% a les zones no incendiades, **CONTROL** i **G**, ja que no han estat afectades per aquest. Respecte les zones incendiades, es pot observar que hi ha diferències significatives ($F = 106,01$; $p\text{-valor} < 0,001$), considerant com a covariable marginalment no significativa el DBH de l'arbre, entre la zona **I** i **IG**. A la zona gestionada les capçades presenten major percentatge de regeneració respecte les zones no gestionades.

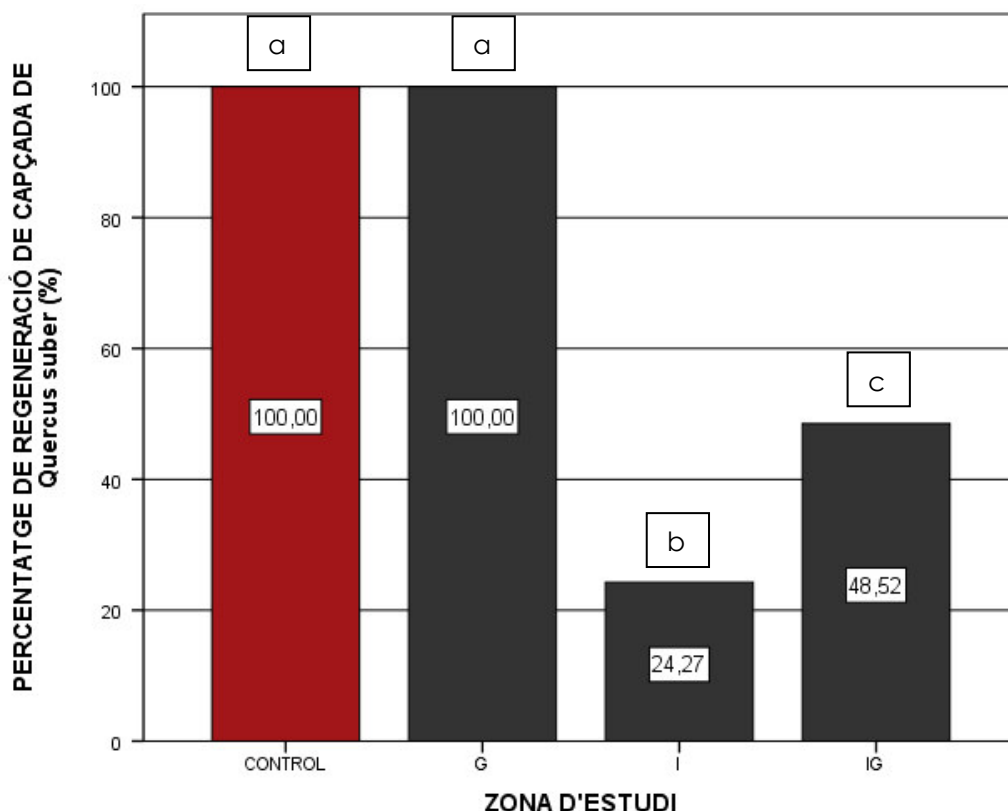


Figura 32. Valors promig del percentatge de regeneració de la capçada per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (%). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del percentatge de regeneració de la capçada. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

3.2. Afectació

Gruix del suro cremat

a) A la base

Els resultats del gruix de suro cremat només tenen significat en l'anàlisi de les zones incendiades. Tal com s'observa a la figura inferior hi ha diferències significatives ($F = 229,39$; $p\text{-valor} < 0.001$), considerant com a covariable no significativa el DBH de l'arbre, entre les zones no cremades. El promig del gruix del suro cremat és inferior a la zona no gestionada (promig de gruix cremat al voltant de 4 mm) i superior a la zona gestionada (promig del gruix cremat al voltant de 6 mm).

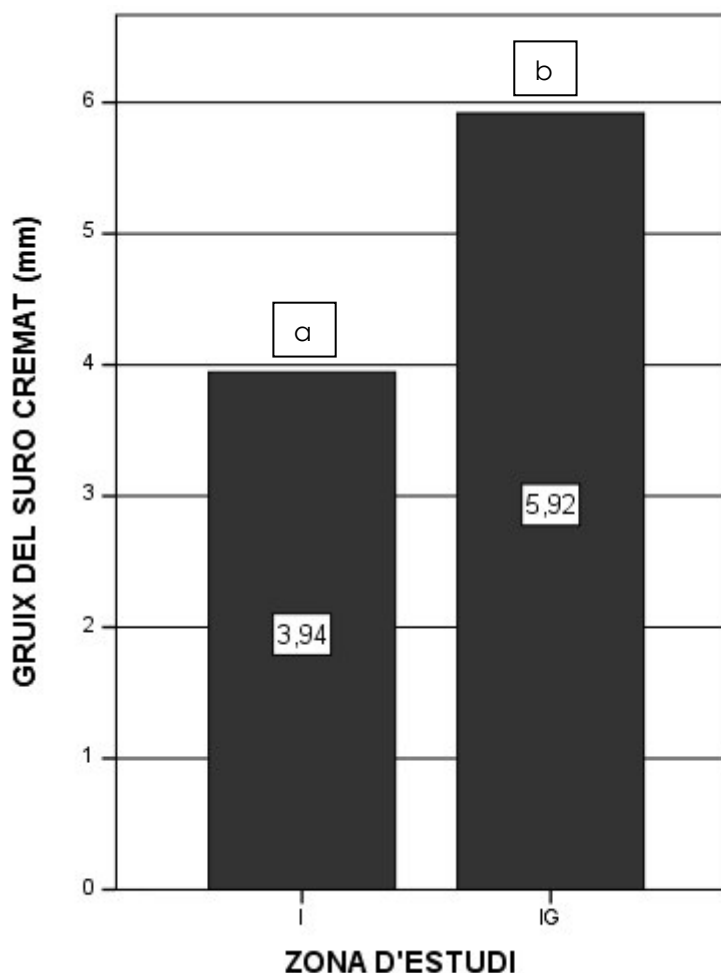


Figura 33. Valors promig del gruix del suro cremat a la base per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (mm). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del gruix del suro. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.
Font: El laboració pròpia

b) A 1,30 m d'alçada

Els resultats del gruix de suro cremat només tenen significat en l'anàlisi de les zones incendiades. Tal com s'observa a la figura inferior hi ha diferències significatives ($F = 133,53$; $p\text{-valor} < 0.001$), considerant com a covariable significativa el DBH de l'arbre ($F = 11,37$; $p\text{-valor} < 0.001$), entre les zones no cremades. El promig del gruix del suro cremat és inferior a la zona no gestionada (promig de gruix cremat al voltant de 4 mm) i superior a la zona gestionada (promig del gruix cremat al voltant de 6 mm).

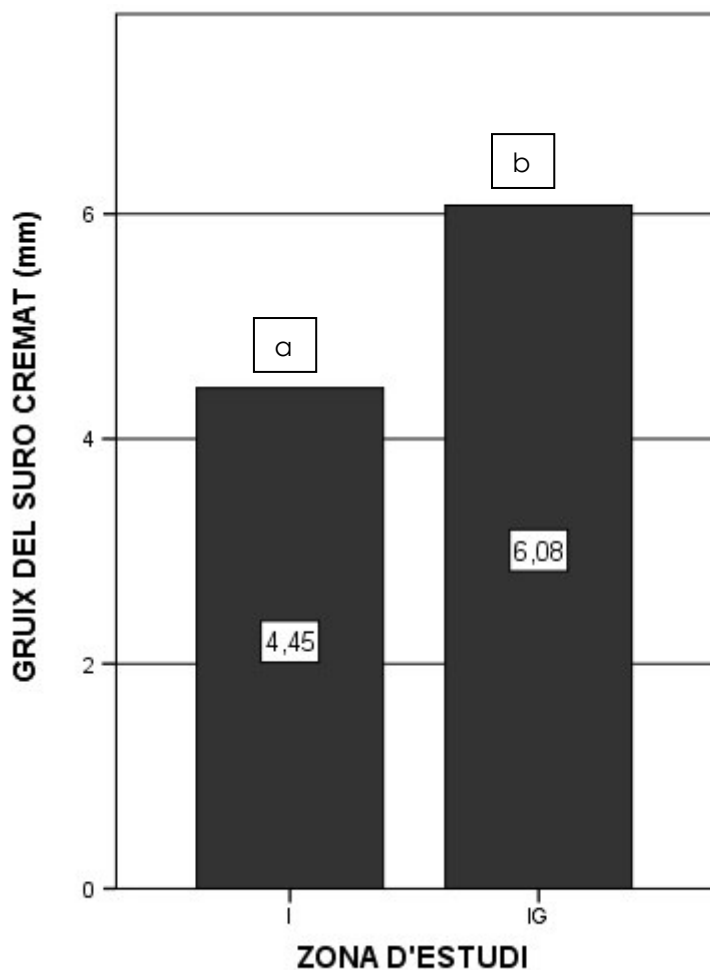


Figura 35. Valors promig del gruix del suro cremat a la base per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (mm). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del gruix del suro. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.

Font: El laboració pròpia

Gruix del suro (part cremada més part no cremada)

a) A la base

Tal com s'observa a la figura inferior hi ha diferències significatives ($F = 8,68$; $p\text{-valor} < 0.001$), considerant com a covariable significativa el DBH de l'arbre ($F = 37,40$; $p\text{-valor} < 0.001$), entre les zones no cremades. El promig del gruix del suro no cremat és diferent entre les zones no incendiades **G** i **CONTROL** (gestionada i no gestionada), però similars entre les zones incendiades. El gruix de suro més elevat pertany a la zona **G** amb un promig de gruix al voltant dels 26 mm.

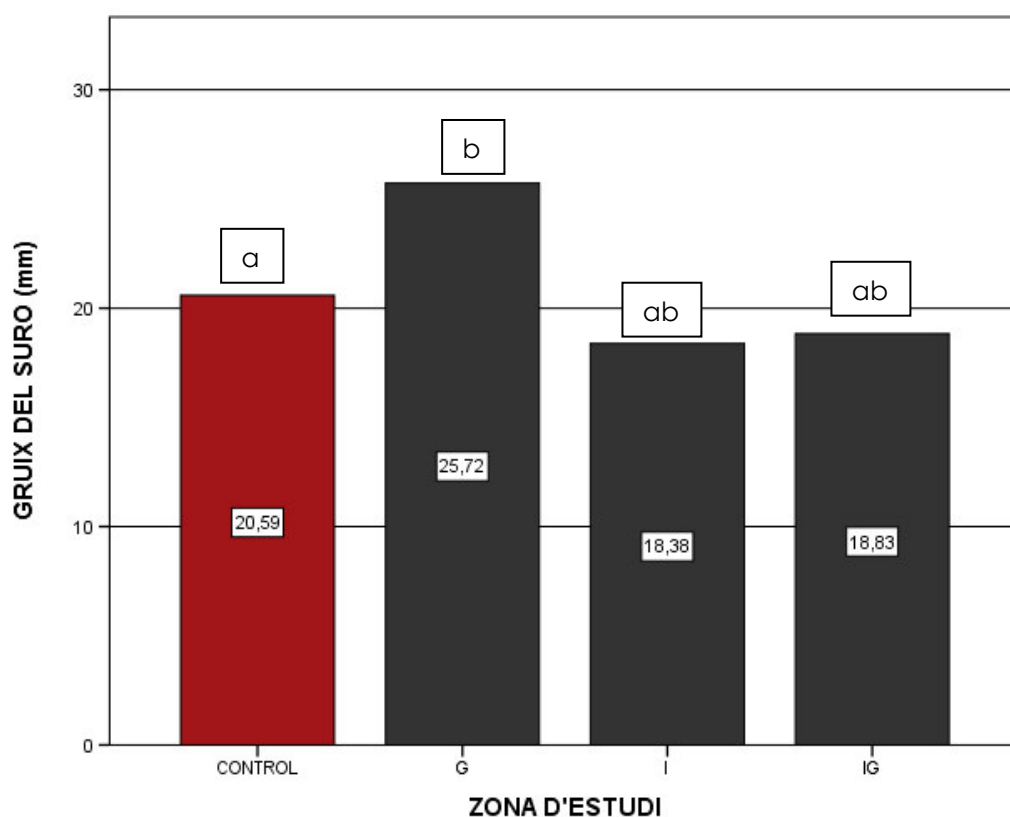


Figura 36. Valors promig del gruix del suro a la base per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (mm). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del gruix del suro. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.
Font: El laboració pròpia

b) A 1,30 m d'alçada

Tal com s'observa a la figura inferior hi ha diferències significatives ($F = 5,76$; $p\text{-valor} < 0.001$), considerant com a covariable significativa el DBH de l'arbre ($F = 52,05$; $p\text{-valor} < 0.001$), entre les zones no cremades. El promig del gruix del suro no cremat és significativament diferent entre les zones no incendiades **CONTROL** i **G**. La zona d'estudi IG és semblant al **CONTROL** i **G**, i la zona d'estudi I és similar al **CONTROL**. El gruix de suro més gran pertany a les zones gestionades **G** i **IG**, essent màxim en **G** de 28 mm.

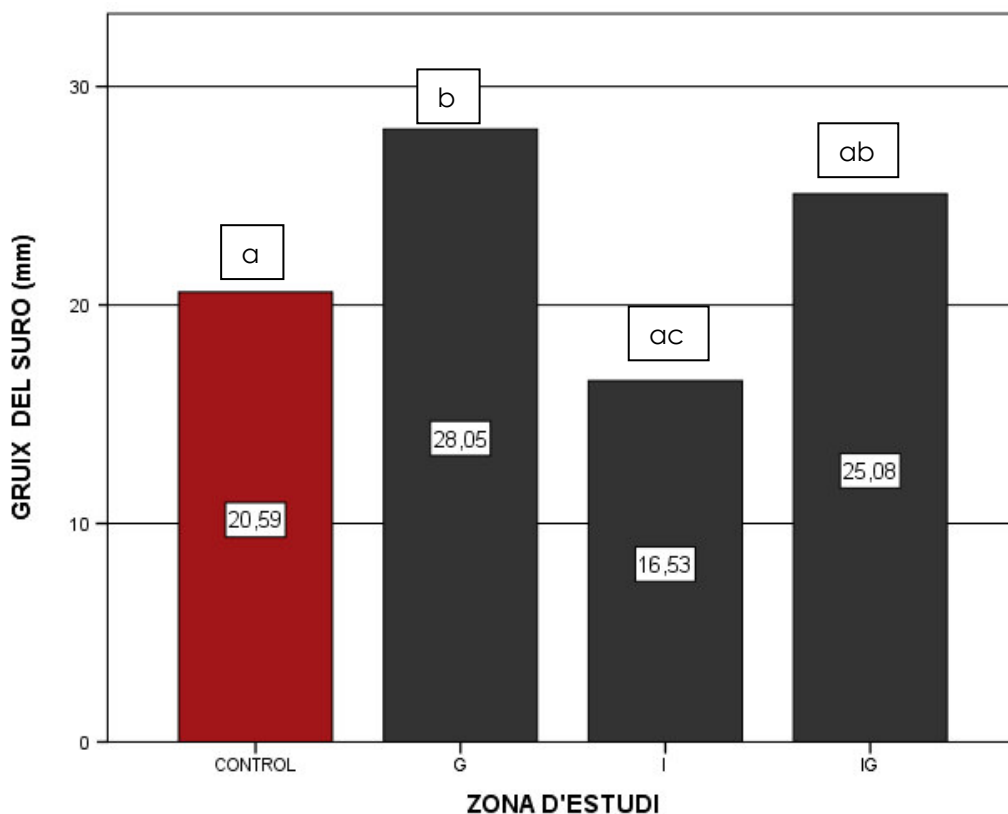


Figura 37. Valors promig del gruix del suro a la base per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (mm). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del gruix del suro. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.

Font: El laboració pròpia

3.3. Producció

Volum dels aglans

El promig del volum dels aglans és significativament diferent ($F = 119,61$; $p\text{-valor} < 0.001$), entre tots els grups de zona d'estudi. Tal com es pot observar a la figura inferior, les zones no incendiades (**CONTROL** i **G**) prenen valors més baixos de volum dels aglans, per tant aquests són de menors que en les zones incendiades (**I** i **IG**). La zona amb menor volum dels aglans es la **CONTROL**, seguida de la **G**, la **IG** i la **I**. Aquests volums oscil·len entre els 3 , 15, 24 i 30 cm^3 respectivament.

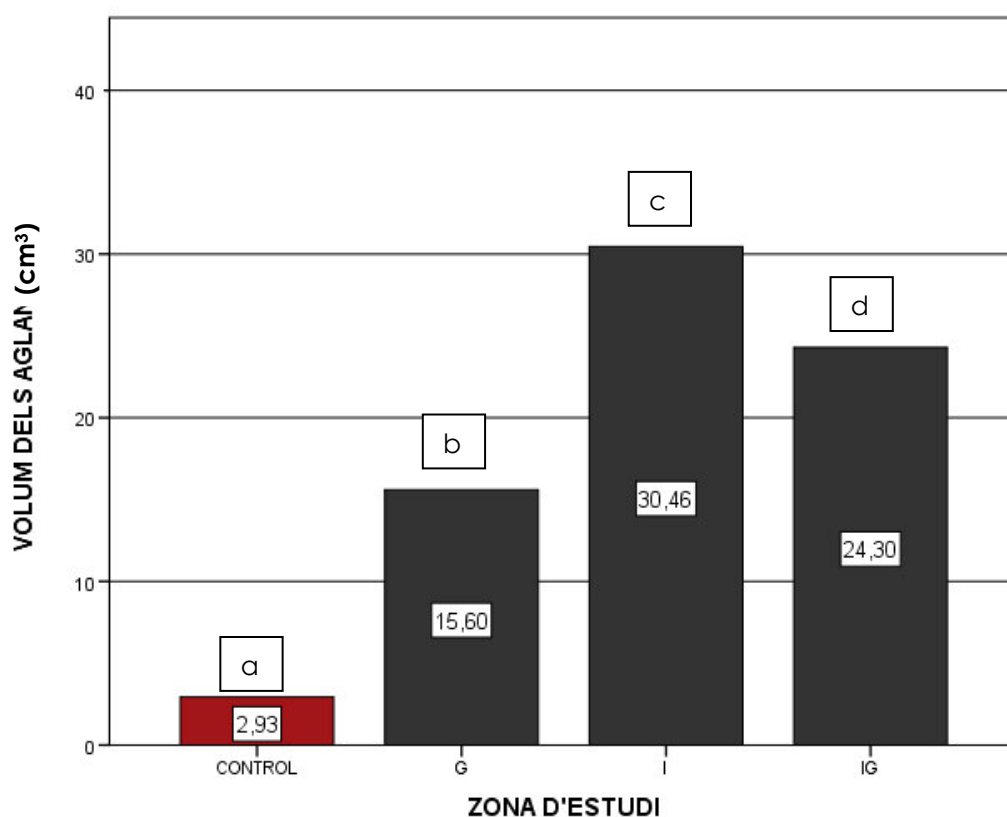


Figura 38. Valors promig del volum dels aglans de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (cm^3). Els valors de l'interior dels requadres són el promig del volum dels aglans. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi.

Font: Elaboració pròpia

Percentatge de depredació

No s'han robat diferències significatives entre el percentatge de depredació i les zones d'anàlisi.

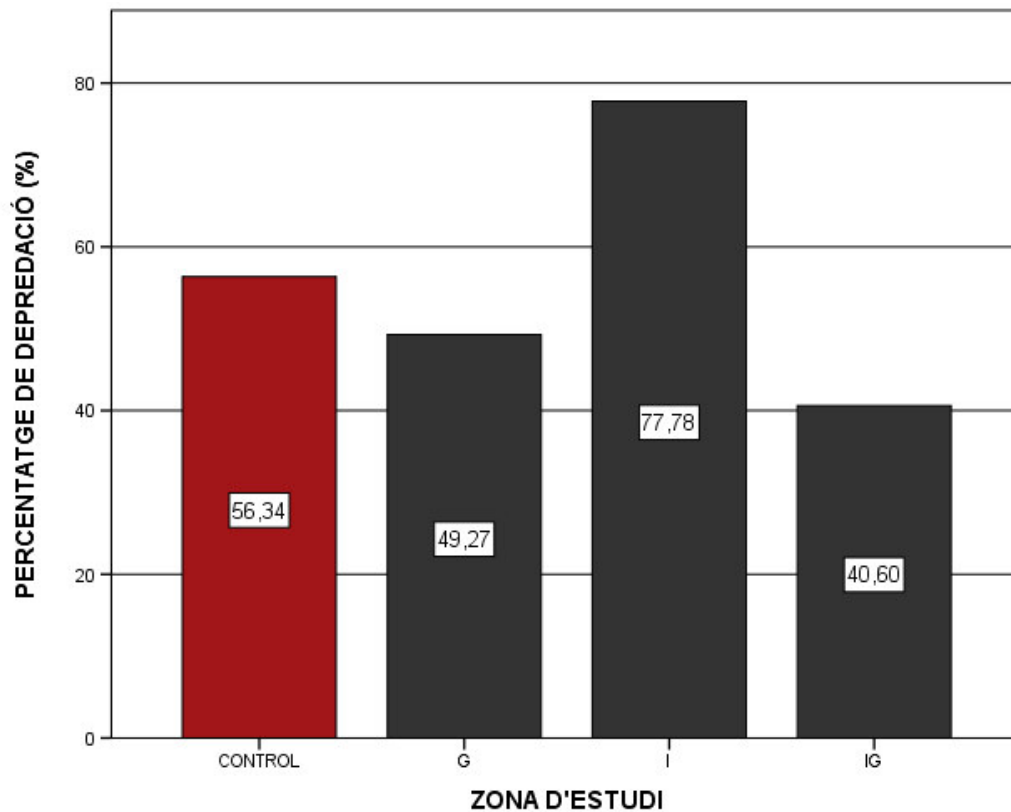


Figura 39. Valors del percentatge de depredació dels aglans de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (%). Els valors de l'interior dels requadres són el percentatge de depredació dels aglans. Font: El laboració pròpia

Depredació per Curculionids (*Curculio elephas*)

La depredació de l'espècie *Curculio elephas* és significativament diferent entre les zones de gestió. La zona d'estudi **CONTROL** és significativament diferent ($F = 5,54$; p -valor = 0.001), del conjunt de les altres 3 zones d'estudi (**G**, **I** i **IG**). El nombre promig de depredació d'agllans per individu de *Quercus suber* afectats pels curculionids és superior en la zona **I** (6 curculionids per individu) posteriorment **IG** i **G**, i per últim la zona menys depredada és la **CONTROL** (2 curculionids per individu).

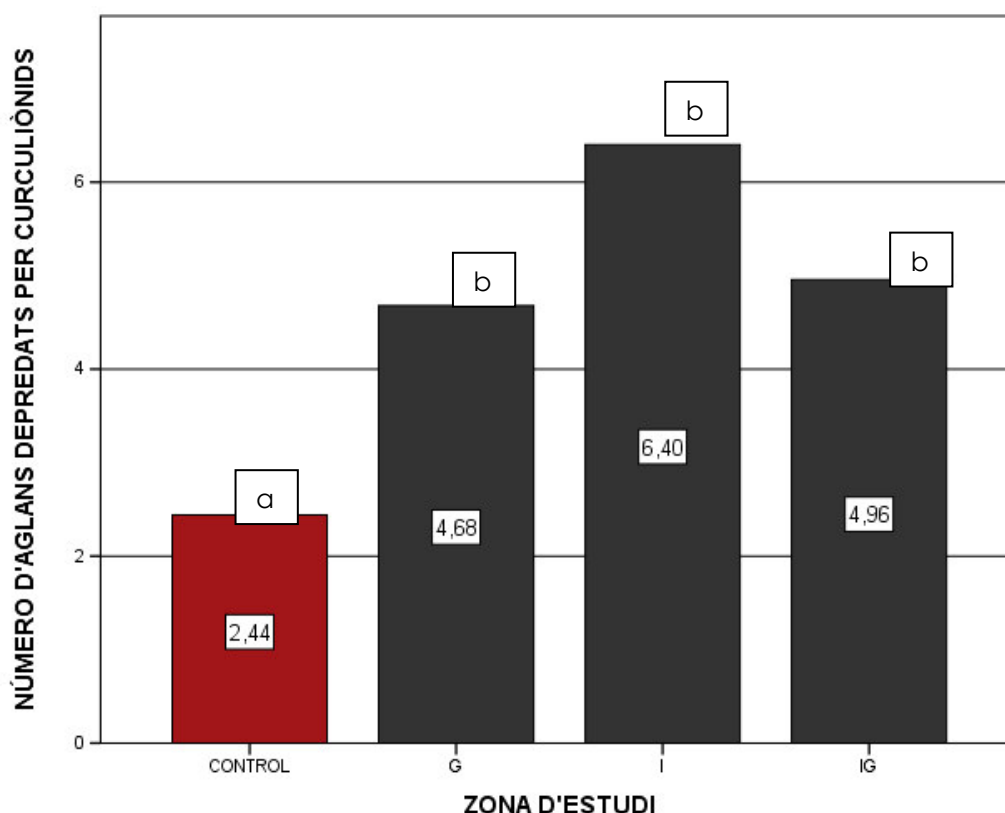


Figura 40. Valors del promig del número d'agllans amb presència de depredació per Curculionids per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (u). Els valors de l'interior dels requadres són el promig de depredació dels agllans per Curculionids. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

Depredació per *Cydia* (*Cydia spp.*)

La depredació de l'espècie de *Cydia spp.* és significativament diferent ($F = 57,85$; $p\text{-valor} < 0.001$), entre les zones d'incendi. El conjunt de la zona d'estudi **CONTROL** i **G** és significativament diferent que a la zona d'estudi **IG**. La zona d'estudi **I** és semblant als conjunts anteriors. El nombre promig de depredació d'agllans per individu de *Quercus suber* afectats per *Cydia* és superior en la zona **CONTROL** (5 cydies per individu) posteriorment **G** i **I**, i per últim la zona menys depredada és la **IG** (2 cydies per individu).

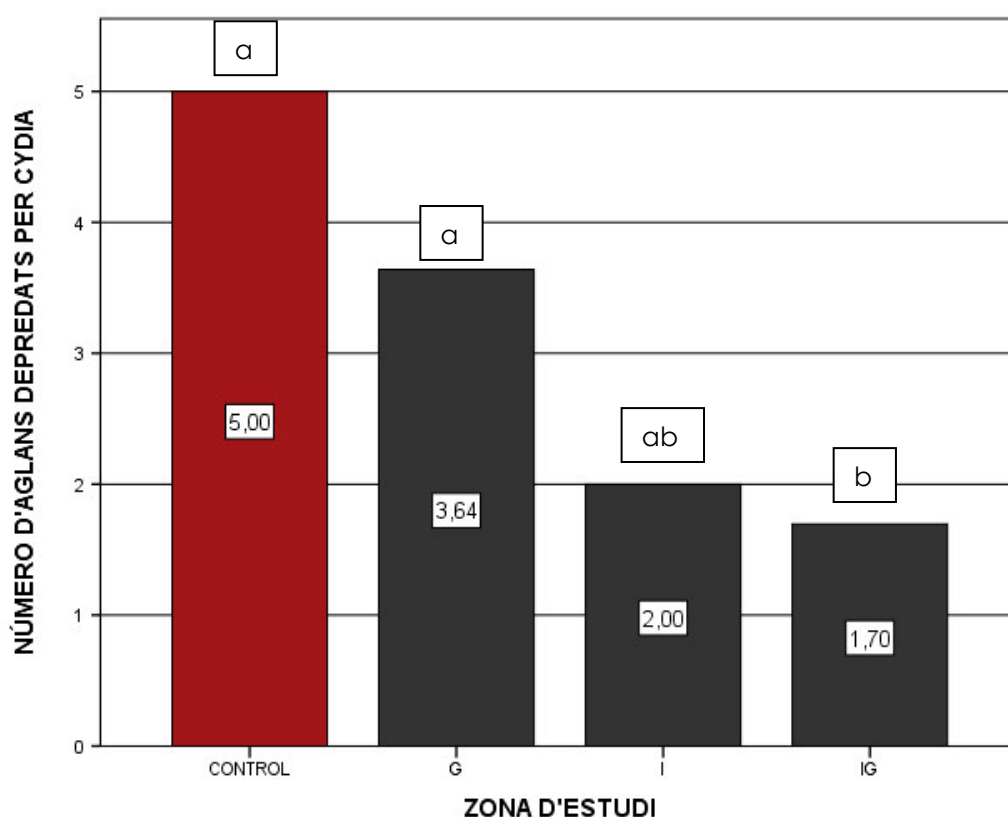


Figura 41. Valors del promig del número d'agllans amb presència de depredació dels agllans per *Cydia* per individu de *Quercus suber* i per a cada zona d'estudi (u). Els valors de l'interior dels requadres són el promig de depredació dels agllans per *Cydia*. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

3.4. Diversitat del sotabosc i regeneració

Per una banda s'ha analitzat la regeneració i conformació del sòl de manera que s'obté el percentatge d'ocupació del sòl per la comunitat de llenyoses, herbàcies i sol nu. Aquests percentatges s'han calculat respecte les diferents zones d'estudi i els transectes de cada zona. També s'han analitzat les variables per a la diversitat de les zones com la Riquesa (S), l'Index de Shannon (H) i l'Equitativitat (E).

3.4.1. Diversitat

Riquesa d'espècies llenyoses (S)

La riquesa varia en funció del numero d'espècies diferents d'un conjunt. En aquest cas s'han considerat únicament les espècies llenyoses. A la següent figura es pot observar la diferència de la riquesa en funció del transecte i la zona d'estudi. La zona amb major riquesa d'espècies es la **G**, cal destacar que tots 3 transectes tenen major riquesa. La riquesa oscil·la entre 7 i 15 espècies diferents. El transecte amb més nombre d'espècies en conté 15 i el menor 7.

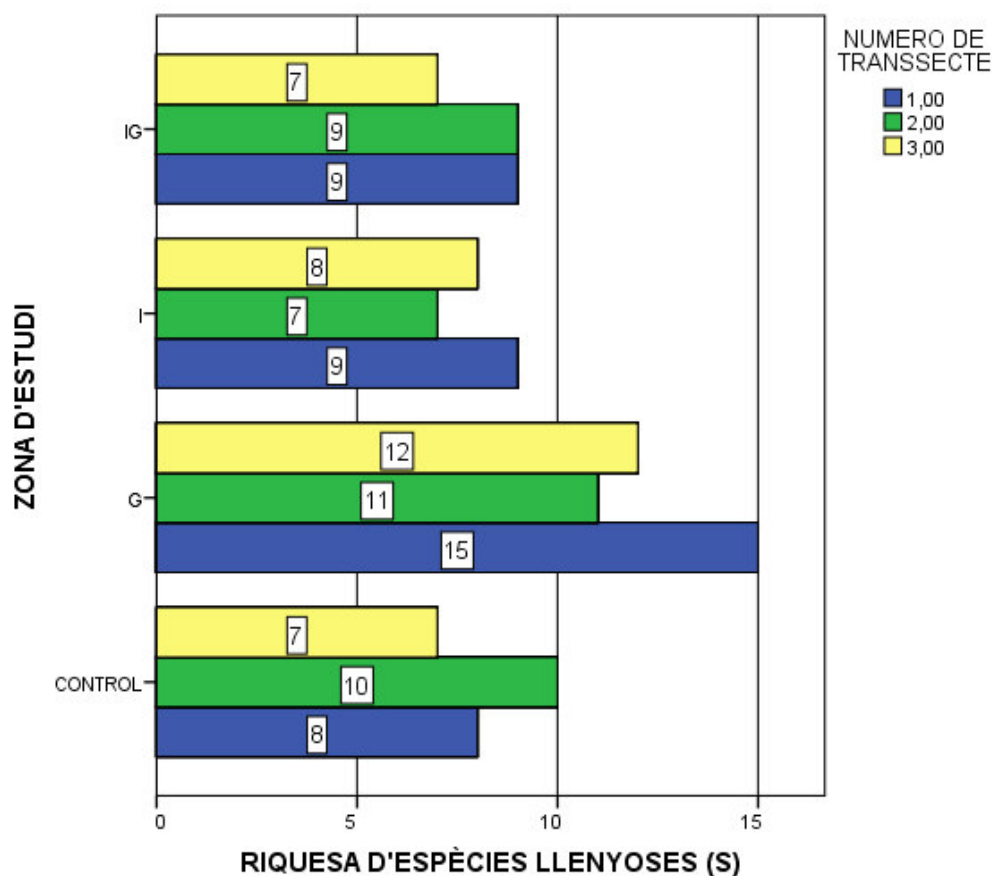


Figura 41. Valors de la riquesa d'espècies llenyoses (S) per transecte i per a cada zona d'estudi. Els valors de la riquesa d'espècies llenyoses (S). Font: El laboració pròpia

Respecte el promig de la riquesa d'espècies per zones, es pot observar que la zona d'estudi **G** (gestionada i no incendiada) és significativament diferent ($F = 5476,30$; $p\text{-valor} < 0.001$), del conjunt **CONTROL**, **I** i **IG**. La riquesa promig més elevada contempla aproximadament 13 espècies per a (b), mentre que per a (a) el promig es troba al voltant de 8 espècies diferents.

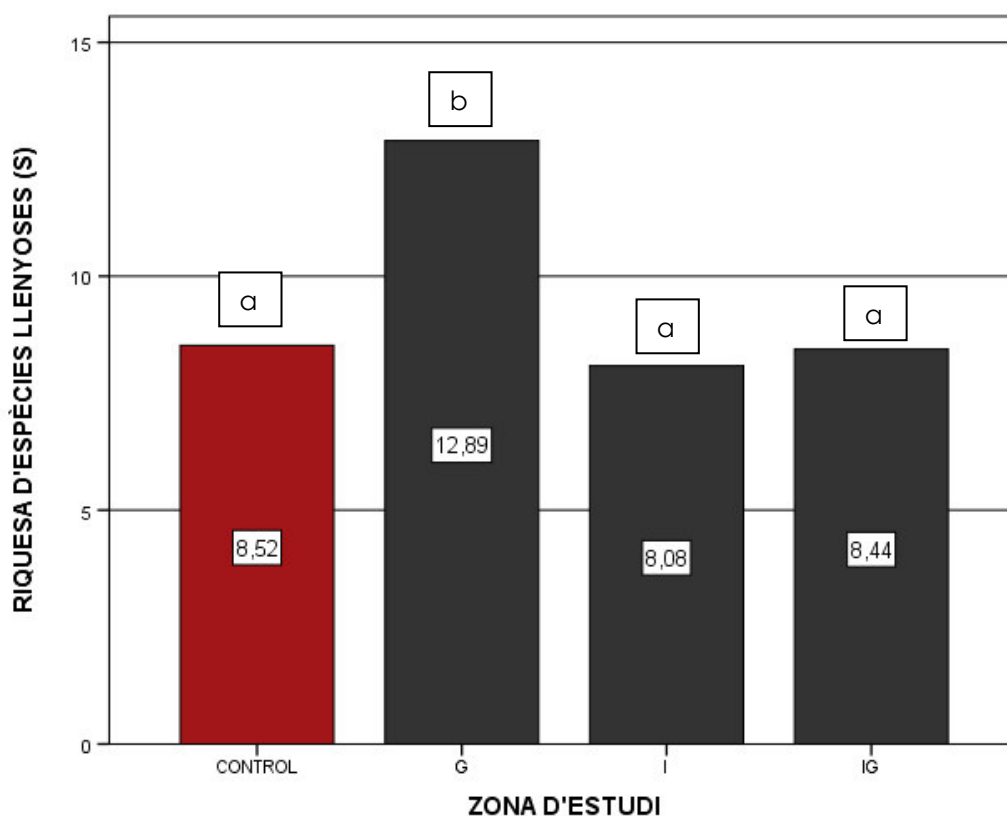


Figura 42. Valors de la riquesa d'espècies llenyoses (S) per a cada zona d'estudi. Els valors de la riquesa d'espècies llenyoses (S). La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

Equitativitat (E)

L'equitativitat és relativament alta a totes les zones d'estudi, aquesta oscil·la entre el valor 0,61 i el 0,84. Respecte l'equitativitat per zones, es pot observar que les zones no són significativament diferents entre elles.

3.4.2. Regeneració

Percentatge de cobertura del sotabosc

En el gràfic inferior es poden observar els percentatges de cobertura de les diverses zones d'estudi. Hi han diferències en el percentatge de cobertura d'espècies llenyoses essent superior a les zones **I** independentment de la gestió. La cobertura per espècies herbàcies domina en les quatre zones d'estudi. El percentatge de cobertura de sòl nu és superior a la zona **G** (no incendiada i gestionada). La cobertura per fullaraca només s'ha comptabilitzat en la zona **CONTROL**, ja que a la resta de zones no s'hi trobava. S'han trobat diferències significatives entre les zones d'estudi respecte el percentatge de cobertura d'espècies llenyoses i sòl nu, mentre que en la cobertura per herbàcies i fullaraca no s'han trobat. En les figures posteriors és justifica aquestes significacions.

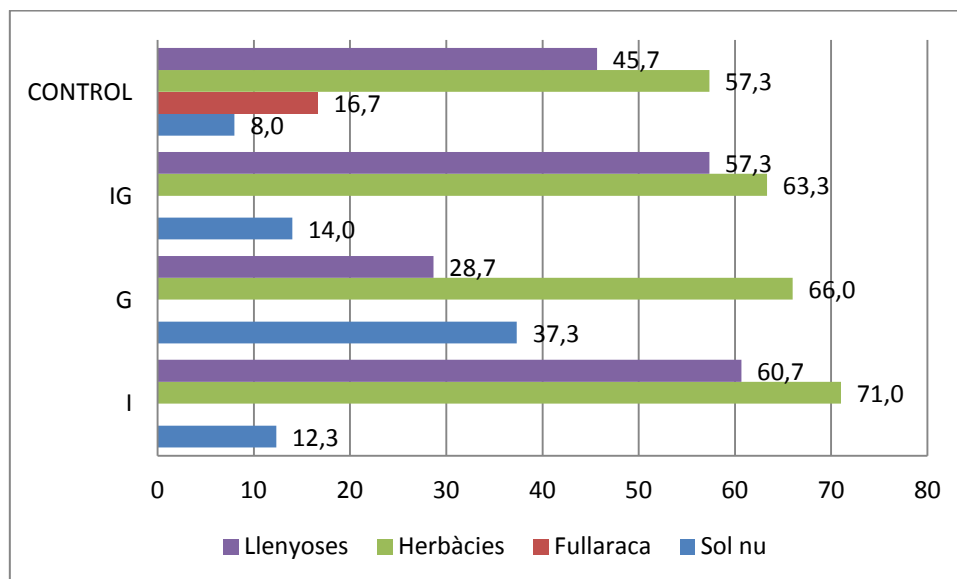


Figura 43. Resultats del percentatge de conformació del sòl de sotabosc per a cada zona d'estudi dels boscos de suredes. Font: El laboració pròpia

Respecte el percentatge de cobertura del sòl per espècies llenyoses, es pot observar com hi ha diferències significatives ($F= 6,75$; $p\text{-valor}=0,014$) entre la zona d'estudi **G** respecte les altres. No obstant, tots els grups s'assemblen entre ells. El percentatge de cobertura per aquest tipus d'espècies és superior i aproximadament del 60 % en les zones incendiades (**I** i **IG**), mentre que en les zones no incendiades el percentatge varia bastant en funció de la seva gestió.

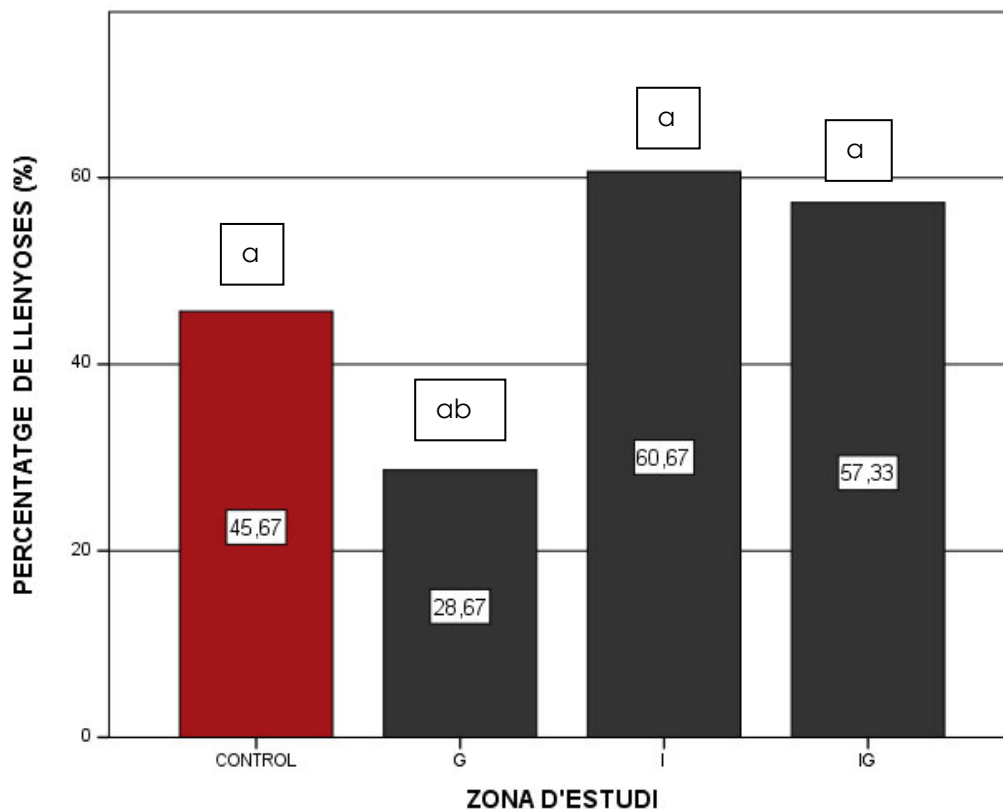


Figura 44. Resultats del percentatge de conformació del sòl per a cada zona d'estudi. Percentatge de cobertura per espècies llenyoses (%) del sotabosc dels boscos de suredes. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: Elaboració pròpia

Respecte el percentatge de cobertura per sol nu, es pot observar com hi ha diferències significatives ($F=7,12$; $p\text{-valor}=0,012$) entre la zona d'estudi **G** (no incendiada i gestionada) respecte la resta. Les restants zones d'estudi **I**, **IG** i **CONTROL** són semblats entre elles, però la zona **IG** és similar entre les altres tres zones d'estudi.

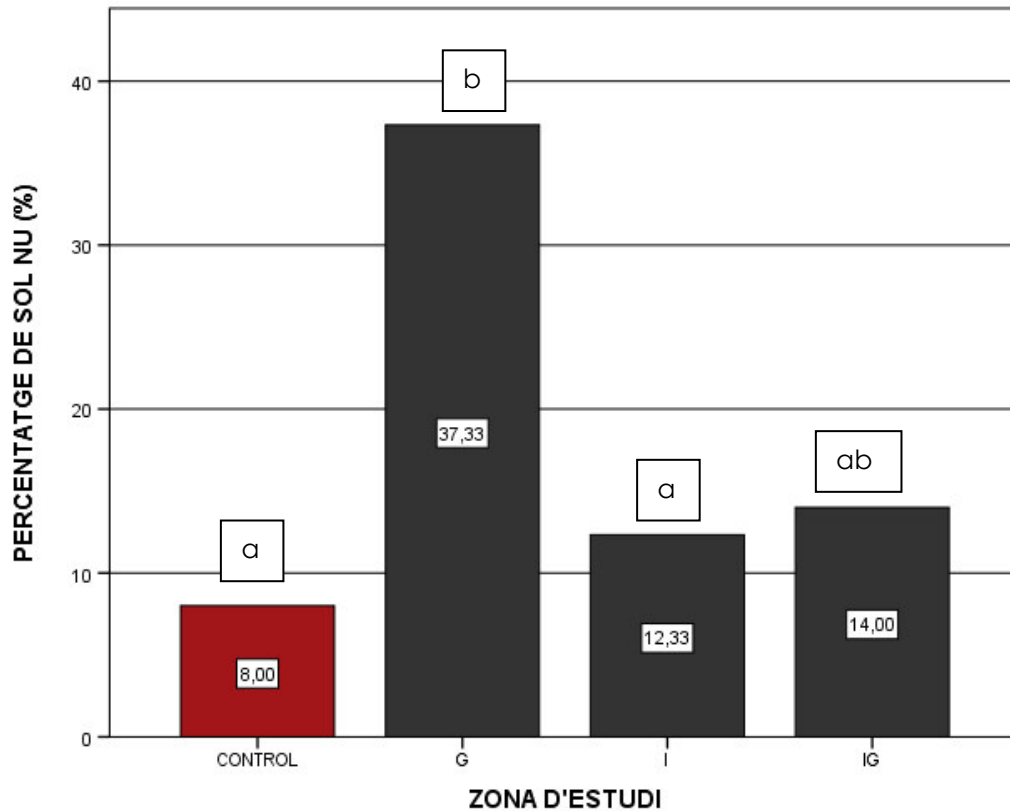


Figura 45. Resultats del percentatge de conformació del sol per a cada zona d'estudi. Percentatge de cobertura per sol nu (%) del sotabosc dels boscos de suredes. La notació en forma de lletres reflexa les diferències significatives (test post-hoc de Bonferroni) entre les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

Alçada de les espècies del sotabosc

A la figura inferior es poden observar les alçades de les diverses espècies d'estudi en funció de la zona d'estudi. Les alçades de les espècies en funció de la zona d'estudi no són significatives. Per tant es considera que les alçades són similars entre les quatre zones d'estudi. No obstant, per a cada espècie en concret s'observen diferències en l'alçada segons la zona d'estudi, com per exemple el cas de l'*Erica arborea*, que pren valors d'alçada molt elevats (200 cm) en la zona **CONTROL** respecte les altres zones d'estudi.

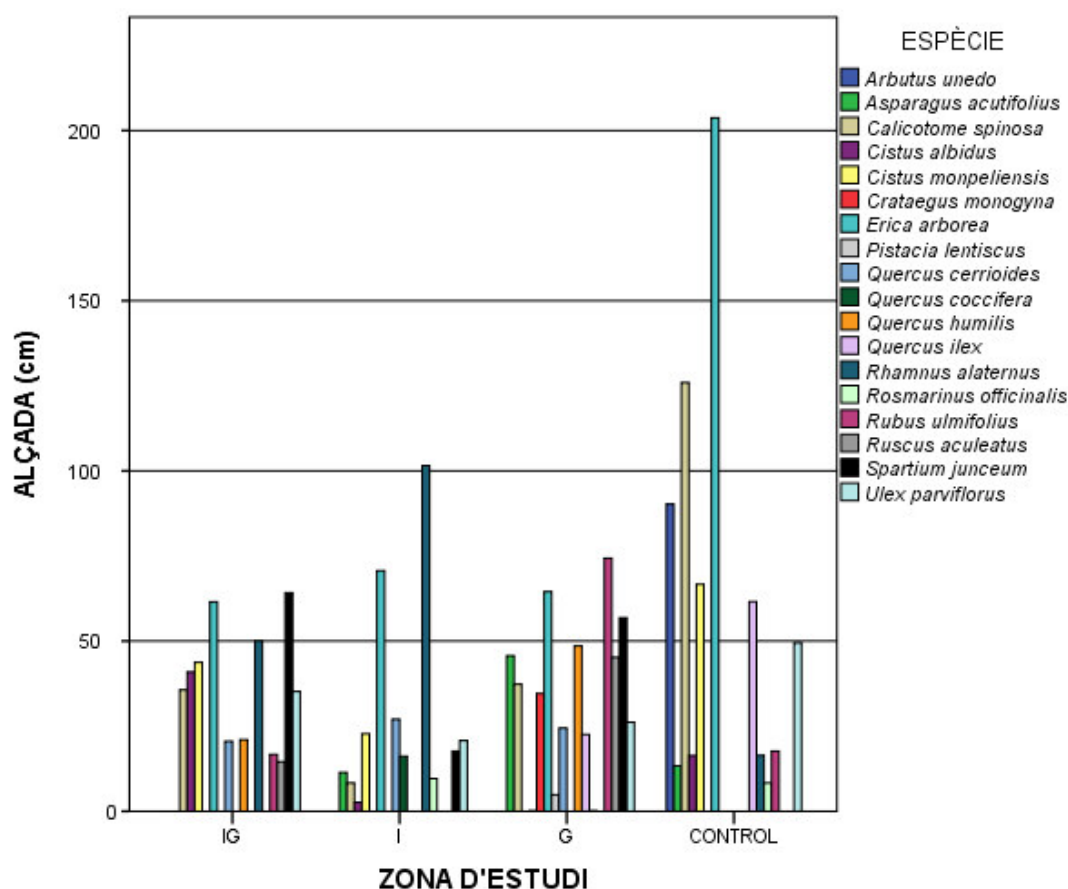


Figura 46. Resultats del percentatge de conformació del sòl. Alçada (cm) per les diverses espècies de sotabosc de les zones d'estudi. Font: El laboració pròpia

Els resultats del DBH de la branca cremada per l'espècie *Erica arborea* no són significativament diferents entre els grups d'estudi analitzats **IG** i **I**. No obstant el diàmetre cremat és superior a la zona IG amb uns 2,33 mm.

Tal com es pot observar a la figura inferior, el percentatge més elevat de conformació del sòl, a la zona d'estudi **IG**, pertany a les espècies *Cistus mospeliensis*, *Ulex parviflorus* i *Erica arborea*.

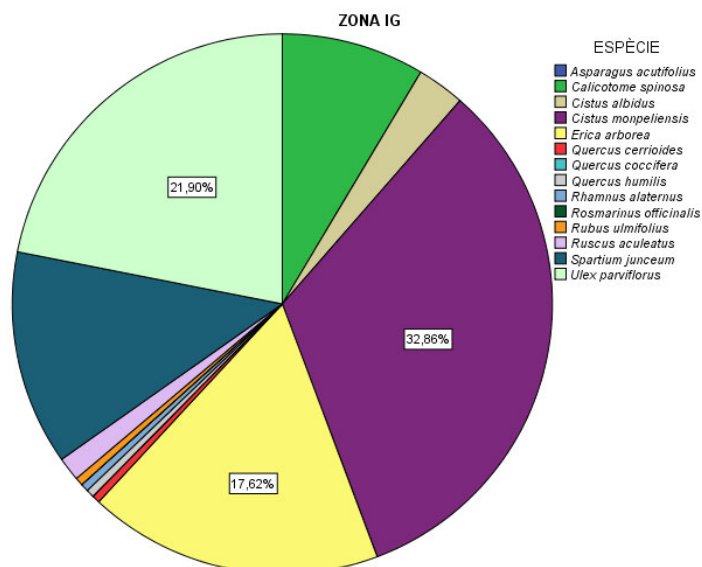


Figura 47. Resultats del percentatge de conformació del sòl (%) per espècie i per zona d'estudi.
Font: El laboració pròpia

Tal com es pot observar a la figura inferior, el percentatge més elevat de conformació del sòl, a la zona d'estudi **I**, pertany a les espècies *Cistus mospeliensis*, *Ulex parviflorus* i *Erica arborea*.

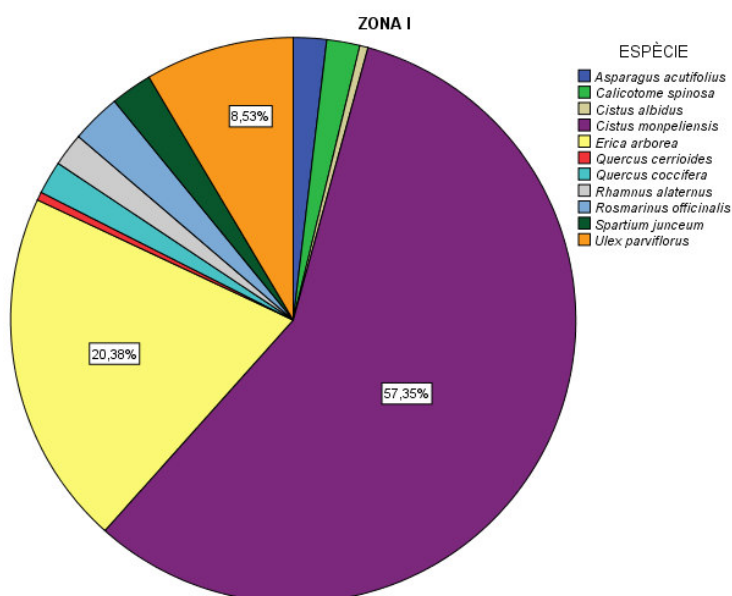


Figura 48. Resultats del percentatge de conformació del sòl (%) per espècie i per zona d'estudi.
Font: El laboració pròpia

Tal com es pot observar a la figura inferior, el percentatge més elevat de conformació del sòl, a la zona d'estudi **G**, pertany a les espècies *Cistus mospeliensis*, *Quercus humilis* i *Erica arborea*.

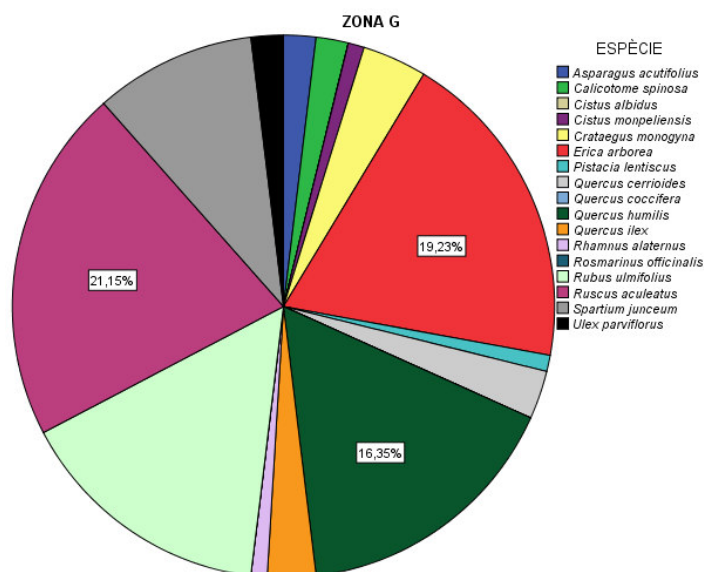


Figura 49. Resultats del percentatge de conformació del sòl (%) per espècie i per zona d'estudi.
Font: El laboració pròpia

Tal com es pot observar a la figura inferior, el percentatge més elevat de conformació del sòl, a la zona d'estudi **CONTROL**, pertany a les espècies *Cistus mospeliensis*, *Calicotome spinosa* i *Erica arborea*.

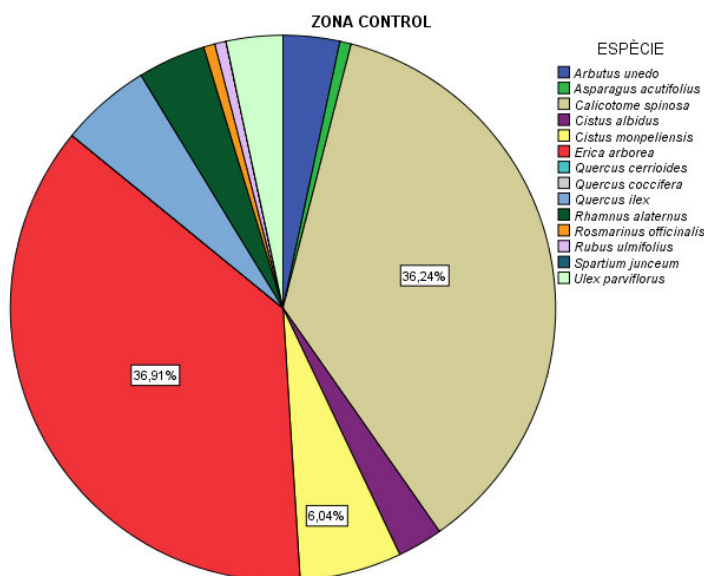


Figura 50. Resultats del percentatge de conformació del sòl (%) per espècie i per zona d'estudi.
Font: El laboració pròpia

4. DISCUSSIÓ

4.1. Creixement del *Quercus suber*

L'**alçada** dels individus de *Quercus suber* varia en funció de la gestió, als llocs gestionats els individus són més alts. Aquest fet és degut a que la gestió del bosc implica una disminució de la competència i per tant un augment dels recursos disponibles per als individus d'aquestes zones d'estudi. El mateix succeeix amb el DBH de l'arbre, aquest és superior a les zones gestionades. Una altra explicació possible, d'aquestes diferències entre les zones gestionades i les no gestionades, podria ser la voluntat dels propietaris, que aprofiten el suro, de que els individus siguin més grans per obtenir un rendiment econòmic més elevat.

El **número de rebrots** a la base dels individus oscil·la entre 6, a les zones d'estudi on hi ha una de les dues premisses (gestionada o incendiada), respecte el valor de 2 rebrots per individu en les zones o no ni ha cap pertorbació i les zones que presenten les dues. Per tant, una zona gestionada o incendiada té un número més elevat de rebrots que les altres zones d'estudi. Això podria ser degut a que la gestió i l'incendi estan fent un efecte molt semblant (Filipe, X. C., Moreira, F., Pausas, J., Fernandes, P., Rego, F., Cardillo, E., & Curt, T., 2012). Tanmateix, l'alçada d'aquests rebrots és superior a la zona incendiada i no gestionada (al voltant d'1 m) que a la resta de zones d'estudi (màxim 0,5 m).

El **percentatge de regeneració de la capçada** després d'un incendi en els individus de *Quercus suber* de les zones d'estudi incendiades varia en funció de la seva gestió. La zona gestionada té major percentatge de regeneració de capçada (50 %) que la no gestionada (25%). Aquest fet podria significar que l'explotació no els provoca cap problema en la regeneració post-incendi, de fet és el contrari ja que els afavoreix (Filipe, X. C., Moreira, F., Pausas, J., Fernandes, P., Rego, F., Cardillo, E., & Curt, T., 2012). Una possible explicació és el fet de la menor competència entre els individus a les zones gestionades, ja que la densitat per transsecte pren valors promig de fins 32 individus a la zona no gestionada i no incendiada, mentre que en les zones gestionades pren valors promig de 13 individus per transsecte. El DBH de l'individu també podria influir en aquesta regeneració de capçada, a major DBH més edat de l'arbre, i per tant, major número d'extraccions de suro (Natividade 1950, Santos y Sousa 1997; Barberis et al. 2003; Costa et al. 2004), i en conseqüència menor percentatge de regeneració (Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V., 2009).

4.2. Afectació del *Quercus suber*

Els resultats del **gruix del suro cremat** no mostra diferències entre les zones gestionades (a 20 cm de la base i 1,30 m d'alçada). Si que s'ha vist que el gruix del suro cremat és superior a les zones gestionades (al voltant dels 5 mm) que a les no gestionades (4 mm). Aquest fet pot ser degut a que la gestió provoca uns canvis en la composició de les capes biològiques del suro, com per exemple que baixi la densitat i augmenti la seva porositat (Montoya, J.M., 1980). Per tant, l'incendi afecti amb més intensitat a l'escorça dels suros de les zones d'estudi gestionades. EL **gruix del suro** és la variable més important en la determinació de la regeneració de la capçada (Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V., 2009) i (Moreira et al. 2007).

El gruix total mostra diferències entre les zones d'extracció de l'individu. L'extracció a la base es considera el gruix de suro que ha crescut des de l'última lleva, i a la part superior es considera el gruix del suro sense haver estat llevat mai.

A la base (20 cm del sòl) les zones d'estudi no incendiades tenen un gruix de suro (21-26 mm) superior que a les zones incendiades (18-19 mm). A l'altura del pit (1,30 m) el gruix total de suro a les zones d'estudi és semblant. Les zones no gestionades i no incendiades (CONTROL) tenen menor gruix de suro (21 mm) que les gestionades i no incendiades (26 mm). Aquesta diferència de gruixos depenent de l'alçada d'extracció de l'individu és deguda a que a la base el factor determinant és la gestió, mentre que en alçada les diferències principals es caracteritzen per la gestió de l'individu i la combinació de les dues pertorbacions (incendi i gestió).

4.3. Producció d'agllans del *Quercus suber*

El **volum de l'agllà** és diferent entre totes les zones d'estudi, concretament és superior a les zones incendiades que a les no incendiades. Això pot voler dir, que l'incendi provoca que l'individu inverteixi més energia i nutrients en la producció d'agllans per una millor germinació. Una altra hipòtesi seria que les sòl disposi de més nutrients fruit de l'incendi. Els agllans de les zones incendiades són 10 vegades més grans que els de la zona control.

El **percentatge d'afectació per depredació** dels agllans és similar entre les diferents zones d'estudi, tot i així el que obté un valor més alt és la zona incendiada i no gestionada. Aquest fet podria explicar-se a causa de l'elevat volum dels agllans, és a dir, aquelles espècies de depredació de l'agllà busquen els fruit més grans per a la seva depredació i/o posta. Com per exemple, en el cas de l'espècie *Curculio elephas*, que és superior la infecció d'aquests en les zones incendiades, ja que segons el seu cicle de vida. Les larves, canvien el seu estat a adults, enterrades a 10 cm sota terra (Villegas, N., B.Díaz, J. Colmenares, D., 2012) i és probable que gràcies a aquest fet hagin sobreviscut a l'incendi, i que per tant, les noves condicions post-incendi hagin estat favorables per a la colonització dels nous fruits de *Quercus suber*.

La **depredació per l'espècie *Curculio elephas***, és molt similar a totes les zones d'estudi menys a la zona control (no incendiada i no gestionada) que és inferior.

La **depredació per l'espècie *Cydia spp.***, és superior a la zona control. La resta de zones d'estudi són semblants entre elles, però sobretot hi ha diferències entre zones gestionades o no gestionades. Aquest fet podria significar que l'incendi té un efecte en les poblacions de *Cydia*, una possible explicació és la disminució de l'infecció dels aglans per part d'aquestes.

4.4. Regeneració i diversitat del sotabosc

La **riquesa d'espècies** varia en funció de la gestió i no de l'incendi, la zona amb més riquesa d'espècies és la zona gestionada no cremada respecte les altres que són menors i semblants entre elles. L'equitativitat és similar i relativament elevada entre totes les zones d'estudi. Aquests fets podrien ser deguts a que encara és massa d'hora per analitzar les diferències entre les espècies de les zones incendiades. Les zones amb menor equitativitat són degudes a un anàlisi posterior a l'incendi en etapes primerenques de la successió (2 anys posteriors), aquest fet provoca que les espècies trobades al sotabosc d'aquestes zones d'estudi estiguin representades per les espècies més dominants com l'*Erica arborea* i *Cistus monspeliensis*, entre d'altres (Schaffhauser, A., Curt, T., Véla, E., & Tatoni, T., 2012). És molt probable que a la llarga aquests diferents moments de la successió siguin més similars. No obstant, a la llarga la gestió del sotabosc provoca major diversitat que la no gestió.

Respecte el percentatge de sòl nu, els resultats indiquen que el sòl nu és superior a les zones gestionades i no incendiades que a la resta, aquest fet es pot explicar ja que s'ha considerat sol nu a les zones amb fullaraca, pedra i sorra, i la presència d'aquesta fullaraca és molt més elevada als boscos de suredes madurs (CONTROL). El percentatge d'herbàcies és superior a les zones incendiades. Pel que fa al percentatge de llenyoses és al contrari, aquest és superior en les zones incendiades, i no hi ha diferències entre gestionat i no gestionat. Aquest fet es podria justificar a partir de la teoria de la successió i els estadis davant les pertorbacions.

El promig de **l'alçada de les espècies** presents és més elevat en aquelles zones on no han estat afectades per l'incendi i on no presenten gestió del sotabosc, per aquest motiu podria justificar-se que la regeneració de la capçada sigui superior en les zones gestionades (Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V., 2009).

El promig del diàmetre de la branca cremada de l'espècie *Erica arborea* en les zones d'estudi incendiades, no presenta diferències significatives entre la gestió. Aquesta variable depèn de l'intensitat del propi incendi independentment de la gestió de la zona i per tant podria indicar que l'incendi va tenir una intensitat semblant en les diferents zones.

Respecte el **percentatge d'ocupació** de les diverses espècies en les zones d'estudi es pot observar com a les zones incendiades hi predominen les espècies amb diferents estratègies regeneratives post-incendi com dels boscos Mediterranis com (*Cistus monspeliensis* (germinadora), *Erica arborea* (rebrotadora) i *Ulex parviflorus* (germinadora-rebrotadora)– de major a menor proporció).

A les zones no incendiades, la gestió realitza un paper diferenciador entre les espècies dominants de les diverses zones d'estudi. A les zones gestionades i predominen les espècies com: *Ruscus aculeatus*, *Erica arborea* i *Quercus humilis*, de major a menor proporció. Mentre que a les zones no gestionades hi predominen les espècies: *Erica arborea*, *Calicotome spinosa* i *Cistus monspeliensis* – de major a menor proporció).

Aquest gran percentatge d'ocupació de cobertura d'*Erica arborea* és possible que sigui la causa d'una menor diversitat (riquesa (S)) a les zones cremades degut a la longevitat de l'espècie i a la gran capacitat de rebrot que presenta (Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V., 2009).

5. CONCLUSIONS

A partir de la realització d'aquest estudi, i a partir dels resultats obtinguts, es pot concloure que :

- 1) La gestió prèvia dels boscos de suredes abans d'un incendi forestal determina les característiques de la comunitat de suredes post- incendi en:
 - a. L'alçada dels individus de *Quercus suber* varia en funció de la gestió, als llocs gestionats els individus són més alts. Aquest fet és degut a que la gestió del bosc implica una disminució de la competència i per tant un augment dels recursos disponibles per als individus d'aquestes zones d'estudi.
 - b. Per tant, una zona gestionada o incendiada té un numero més elevat de rebrots que les altres zones d'estudi.
 - c. La zona gestionada té major percentatge de regeneració de capçada (50 %) que la no gestionada (25%). Aquest fet podria significar que l'explotació no els provoca cap problema en la regeneració post-incendi, de fet és el contrari ja que els afavoreix.
 - d. El volum de l'aglà és diferent entre totes les zones d'estudi, concretament és superior a les zones incendiades que a les no incendiades.
 - e. El percentatge d'afectació per depredació dels aglans és similar entre les diferents zones d'estudi, tot i així el que obté un valor més alt és la zona incendiada i no gestionada.
- 2) La gestió prèvia dels boscos de suredes abans d'un incendi forestal determina les característiques de la comunitat de suredes post- incendi en:
 - a. El promig de l'alçada de les espècies presents és més elevat en aquelles zones on no han estat afectades per l'incendi i on no presenten gestió del sotabosc.
 - b. La riquesa d'espècies varia en funció de la gestió i no de l'incendi, la zona amb més riquesa d'espècies és la zona gestionada no cremada respecte les altres que són menors i semblants entre elles.
 - c. Respecte el percentatge d'ocupació de les diverses espècies en les zones d'estudi es pot observar com a les zones incendiades hi predominen les espècies amb diferents estratègies regeneratives post-incendi com dels boscos Mediterranis com (*Cistus monspeliensis* (germinadora), *Erica arborea* (rebrotadora) i *Ulex parviflorus* (germinadora-rebrotadora)– de major a menor proporció).

Per acabar, concloure que el fet de gestionar els individus de *Quercus suber* és una acció negativa en el moment que apareix una pertorbació de la mida d'un gran incendi forestal com el del 22 de Juliol a l'Alt Empordà. No obstant aquests fenòmens són difícils de preveure. Aquesta gestió del suro té una influència significativa sobre la resistència de l'arbre al foc, segons els resultats major regeneració de capçada a major gruix de suro en l'individu.

Respecte la depredació dels aglans, per evitar aquest índex elevat d'infecció per curculionids, que afecten la producció i la germinació dels aglans, seria interessant proposar la introducció de certes pastures porcines, de manera que disminuirien les poblacions dels curculionids.

Respecte l'extracció de planta del sotabosc, les zones no gestionades mostren major desenvolupament de les espècies llenyoses, però les zones gestionades mostren major riquesa d'espècies, seria interessant continuar fent estudis respecte l'evolució d'aquests primers estadis de la successió post-incendi d'aquestes zones d'estudi.

Quadre resum























































			CONTROL	G	I	IG
Quercus suber	CREIXEMENT	Alçada de l'individu				
		Número de rebrots				
		Alçada dels rebrots				
		Percentatge de regeneració de capçada				
	AFECTACIÓ	Gruix del suro cremat				
		Gruix del suro				
	PRODUCCIÓ	Volum dels aglans				
		Percentatge de depredació				
		Depredació per <i>Curculio elephas</i>				
		Depredació per <i>Cydia</i> spp.				
sotabosc	DIVERSITAT	Riquesa d'espècies llenyoses (S)				
	REGENERACIÓ	Percentatge de cobertura de llenyoses				
		Percentatge de sòl nu				
		Alçada de les espècies				
		Percentatge de conformació de les 3 espècies més representatives	<i>Erica arborea</i> , <i>Callitama spinosa</i> , <i>Quercus humilis</i>	<i>Erica arborea</i> , <i>Ruscus aculeatus</i> , <i>Quercus humilis</i>	<i>Erica arborea</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Ulex parviflorus</i>	<i>Erica arborea</i> , <i>Cistus monspeliensis</i> , <i>Ulex parviflorus</i>

Figura 51. Quadre resum de tots els resultats de l'anàlisi de les diverses variables de sotabosc per zona d'estudi. La variació de la grandària dels icones indiquen els resultats de les variables. Per exemple: La riquesa d'espècies llenyoses (S) més alta és reflexa en un icona més gran.

Font: El laboració pròpia

6. PRESSUPOST

Per a quantificar el pressupost final s'han realitzat diversos càlculs justificats en aquest mateix apartat. Segons el COAMB (Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya, 2012), el sou mitjà d'un ambientòleg es de 24.975€/any (dades del 2012). Es considera el pressupost partint d'aquesta dada, tot i que segons la mateixa font, en el cas d'ambientòlegs amb càrrecs a universitats i centres d'investigació, el sou es més baix (21.000€/any) (COAMB, 2012).

Tenint en compte els salaris justificats al paràgraf anterior, es realitza un càlcul aproximat del sou, tenint en compte que les hores laborals (1800 aproximadament), prenen el valor de 13,90€/hora. El treball de camp es remunera a 18€/hora.

Per comptabilitzar treball de camp, que ha estat d'unes 8 setmanes, s'ha considerat 6 hores al dia per 4 dies per setmana. El pressupost de la benzina s'ha considerat d'uns 50 euros a la setmana, ja que es contempla el preu del gasoil pels kilòmetres realitzats. Els peatges comptabilitzant els 4 viatges cada dia són 2 viatges llargs (13 €/viatge) i 6 de curts (7 €/peatge). Pel que fa a les dietes, s'ha tingut en compte 2 dinars al dia. La estància s'ha considerat de 300 euros pel lloguer d'una habitació en pis compartit.

El cost fix s'ha obtingut a partir del desgast material del vehicle emprat durant les 8 setmanes de treball de camp. Suposant que un cotxe es devalua amb un ritme de 1000€/any, podem calcular una pèrdua de valor del vehicle d'aproximadament 150€ $[(1000€/52\text{setmanes}) \cdot 8\text{setmanes}]$.

No s'ha tingut en compte el cost del material emprat en el treball de camp, encara que aquest s'aproxima als 2.000 euros (clinòmetre magnètic, GPS, Metre, etc.) ja que ha estat cedit pel CREAM.

CONCEPTE		UNITATS	PREU UNITAT	TOTAL (€)
RECURSOS HUMANS				
Hores d'oficina (redacció) i laboratori		320 hores	13.9 €/h	4448
Treball de camp		192 hores	18 €/h	3456
SUBTOTAL RECURSOS HUMANS				7.904 €
DESPLAÇAMENT I DIETES				
Transport	Gasolina	5029.6 Km	0.0795 €/km	400
	Peatges	64 peatges	8.5 €/peatge	544
Dietes	Estància	8 setmanes	37.5 €/setm	300
	Dietes	8 setmanes	9,5 €/u	608
SUBTOTAL DESPLAÇAMENT I DIETES				1.852 €
MATERIAL D'OFICINA				
Impressions A4		210	0.06 €/pàg.	12,6
Fotocòpies		500	0.04 €/pàg.	20
Enquadernacions		3 u	2 €/u	6
Material informàtic (CD)		3 u	1 €/u	3
SUBTOTAL MATERIAL D'OFICINA				42 €
COST FIX				
Infraestructures (vehicle)				253
SUBTOTAL COST FIX				253 €
			TOTAL (sense IVA)	10.051 €
			IVA (21%)	2110,71
			TOTAL (IVA inclòs)	12.162 €

Figura 52. Pressupost per a la realització d'aquest projecte. Font: El laboració pròpia

7. BIBLIOGRAFIA I WEBGRAFIA

Houghton, J.T. (1992). Climate change 1992: the supplementary report to the IPCC scientific assessment.

IPCC (2007). Cambio climático 2007: Informe de síntesis. Recuperat 15-02-2014 de <http://www.ipcc.ch/>

IUCN: Red List of Threatened Species. (2009). The IUCN Red List Index: Guidance for National and Regional Use. Obtingut 27-02-2014 de <http://www.iucnredlist.org>

Terrades, J. (última revisió 2001. [(ed.) (1996)] Ecologia del foc. Barcelona, Edicions Proa.

IUCN. International Union for Conservation of Nature. (Page last updated: July 1, 2010). Recuperat el 5 de Febrer de 2014 de www.iucn.org

UE. Unió Europea. (2010) Conveni sobre la diversitat biològica-2010. Consultat el 6 de Febrer del 2014 de http://ec.europa.eu/environment/pubs/pdf/biodiversity/cbd_es

Aronson, J., Pereira, J.S., & Pausas, J.G. (2009). Cork oak woodlands on the edge: ecology, adaptive management, and restoration. Island Press, cop. Washington, DC: Apcor Apcor yearbook 2009. Accessible online: <http://www.apcor.pt>

Burriel, J.A., Gracia, C., Ibáñez, J.J., Mata, T., & Vayreda, J. (2000-2004, segons capítol-web). Inventari Ecològic i Forestal de Catalunya (2000-2004). (CREAF, Bellaterra). <http://www.creaf.uab.cat/iefc/credits.htm>

Rives, J. (Juliol 2011). Environmental evaluation of the cork sector in Southern Europe (Catalonia). Programa de Doctorat 2011,

ICSuro, Catalan Cork Institute - Institut Català del Suro. Consultat el Maig de 2014 de <http://www.icsuro.com/index.php?idio=3>

AECORK, Association of Cork Companies of Catalonia. Consultat el Maig de 2014 de <http://www.aecork.com/index.html>

Forest Stewardship Council/ Espanya. Consultat el Maig 2014 de <http://es.fsc.org/certificacin.190.html>

Catry, F., Moreira, F., Duarte, I., & Acácio, V. (14 de Febrer de 2009). Factors affecting post-fire crown regeneration in cork oak (*Quercus suber* L.) trees.

Filipe, X. C., Moreira, F., Pausas, J., Fernandes, P., Rego, F., Cardillo, E., & Curt, T. (28 de Juny de 2012). Cork Oak Vulnerability to Fire: The Role of Bark Harvesting, Tree Characteristics and Abiotic Factors.

Pausas, Juli.J. (1997). Resprouting of *Quercus suber* in NE Spain after fire. Journal of Vegetation Science.

Schaffhauer, A., Curt, T., Vela, E., & Tatoni, T. (2 d'Agost de 2012). Fire recurrence effects on the abundance of plants grouped by traits in *Quercus suber* L. woodlands and maquis.

Moreira, F., Duarte, I., Catry, F., & Acácio, V. (2 de Juliol de 2007). Cork extraction as a key factor determining post-fire cork oak survival in a mountain region of southern Portugal.

Pere Frigola i Vidal. Generalitat de Catalunya, Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. (1 de Juny de 2013). Informe de l'Incendi Forestal del 22 de Juliol a la Jonquera (Alt Empordà). Consultat l'Octubre de 2013 de http://www20.gencat.cat/docs/DAR/MN_Medi_natural/MN08_Gestio_forestal/Documents/Restauracio_hidrologic_forestal/Fitxers_estatics/JONQUERA_Informe_incendi.pdf

Periodista de: Diari Ara. (23 de Juliol de 2012). Els Agents Rurals han trobat centenars de burilles a l'origen de l'incendi de la Jonquera i apunten a negligències humanes. Diari Ara. Consultat l'Octubre de 2013. Accessible online: <http://www.ara.cat>

Periodista de: El periódico. (23 de Juliol de 2012). Artur Mas: "Hi ha hagut imprudències manifestes en l'incendi de l'Alt Empordà". El Periódico de Catalunya. Consultat l'Octubre de 2013. Accessible online: <http://www.elperiodico.cat>

Projecte Europeu PRINCALB Varies administracions publiques com Generalitat de Catalunya, Consell General dels Pirineus Orientals, (2006) Prevenció d'incendis forestals transfronterers a l'Albera i Cap de Creus Consultat l'Octubre de 2013 de <http://www.princalb.cat>

Blog del CREAf. (24 de Juliol de 2012). El CREAf informa que un 52% de l'àrea afectada per l'incendi de l'Alt Empordà són boscos. Consultat el Març de 2014 de <http://blog.creaf.cat>

Espelta, J.M. (25 de Juliol de 2012). Els ecòlegs recomanen no replantar la zona cremada. Consultat el Març de 2014 de <http://blog.creaf.cat>

Forestal Soliva, Empresa d'aprofitament de la biomassa forestal. (2014). Pàgina web. Consultat l'Abril de 2014 de <http://www.forestalsoliva.com/>

García, D. (9 de Març de 2014). Italia compra los bosques quemados del Empordà para producir electricidad. Diari El país. Consultat Maig 2014 de <http://ccaa.elpais.com/>

Espelta, J.M. & Ordóñez, J.L. (26 de Juliol de 2012). Per fer front als grans incendis cal impulsar un nou model de gestió forestal. Consultat el Març de 2014 de <http://blog.creaf.cat>

Entrevista realitzada a propietari bosc forestal de suredes afectades per l'incendi a Agullana, Senyor Joaquim Bech de Careda. 29 Octubre 2013. Ajuntament d'Agullana.

COAMB, Col·legi d'Ambientòlegs de Catalunya. (2012). Nuevos resultados del estudio de inserción laboral y coyuntura de mercado de los ambientólogos en Cataluña (2012). Consultat el 19 de Juny de 2014 de <http://www.coamb.cat/index.php?contingut=43&id=760&lia=760&idioma=es>

Pañuelas, J., (2001). Capítol 4. Ecologia del foc. Sobre el canvi climàtic i la manera com pot repercutir en els incendis. Pàgina 51 a 55.

Castell, C., (2001) Capítol 16. Ecologia del foc. Efectes globals dels incendis I: la riquesa d'espècies. Pàgina 189 a 192.

Sabaté, S., Garcia, C., (2001) Capítol 3. Ecologia del foc. Els ecosistemes mediterranis i la seva susceptibilitat al foc. Pàgina 46 a 49.

Lloret, F., Terana, J., Espelta, J.M., (2001). Capítol 12. Ecologia del foc. Efectes dels focs i mecanismes de regeneració de les plantes. Pàgina 141 a 155.

Arronson, J., Pereira, J.S., Pausas, J.G., (2009). Cork Oak Woodland on the Edge.

Montoya Oliver, J.M, (1980). Los alcornocales. Ed: Madrid. Pàgina 7 a 23.

Pla Casadevall, P. (1976) El suro: què és i per què serveix? Composició química del suro. Barcelona: UPC. Pàgina 7 a 23.

AECERIBER, 2012. Asociación Española de Criadores del Cerdo Ibérico.. Consultat el Maig 2014 de <http://www.aeceriber.es/>

Villegas, N., B. Díaz, J., Colmenares, D., (2012). Servicio Nacional de Sanidad: Reconocimiento de signos y síntomas causados por plagas en lotes de productos agrícolas regulados.

Povedano, M., (2011). Projecte CCAA. Anàlisi del canvi climàtic al continent Europeu. Incerteses i Exposicions principals. UAB

ICC. Institut Cartogràfic de Catalunya. (2014) <http://www.icc.es/>

